

بيتر وستبروك

# الأرض !

من القلق العالمي إلى الأمل الكوكبي

ترجمة

حافظ شمس الدين عبد الوهاب

2791



هذا الكتاب هو صورة لكوكبنا ومن يقطن عليه، أنت وأنا. وهو يعكس جهودًا جماعية استمرت لقرون. وبصعوبة شديدة لم نكتبه من شيء سوى الحقيقة. وتكوّن هذه الصورة تطلّب المثابرة والفطنة على أعلى المستويات الممكنة. ومع ذلك فالصورة باهتة وغير مكتملة، ولم أستطع أن أقدم أكثر من لمحة عن ما هو موجود في الواقع. ولكن هذا التخطيط التمهيدي غير الواضح يكفي لفهم العمق الذي لا يمكن قياسه عن جذورنا وعظمتنا أيضًا. وهناك شعور عام بالقلق ينتشر حول موضوعات متعلقة بالأرض. فنحن نميل للشعور بضآلتنا عندما تملكنا هذه المشاكل. وما نحتاج إليه في مثل هذه اللحظات هو البصيرة والتجرد، والشجاعة. ومن الحكمة أن نحمل صورتنا دائمًا في خلفية عقولنا، حتى تكون هناك عندما نحتاج إليها، وحينئذ ستكون مصدرًا للعزاء وبمثابة بوصلة لتوجيهنا ومرشدًا يعتمد عليه للطريق السليم. والمفتاح لهذا الكتاب هو قصة إدجار ألان بو "السقوط في الدوامة"؛ فهي تجهزنا للقصة الأعظم لكوكبنا وتساعدنا على تقدير موقفنا.



**الأرض**

من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى

المركز القومي للترجمة

تأسس في أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور

مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 2791

- الأرض: من القلق العالمي إلى الأمل الكوكبي

- بيتر وستبروك

- حافظ شمس الدين عبد الوهاب

- الطبعة الأولى 2016

هذه ترجمة كتاب:

Terre: Des menaces globales à l'espoir planétaire

Par: Peter Westbroek

Copyright © Editions du Seuil, 2009.

All Rights Reserved

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمركز القومي للترجمة

شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.

E-mail: nctegypt@nctegypt.org

Tel: 27354524

Fax: 27354554



# الأرض

## من القلق العاظم إلى الأمل الكوكبي

تأليف: بيتر وسستربروك

ترجمة: حافظ شمس الدين عبد الوهاب



2016



بطاقة الفهرسة  
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية  
إدارة الشئون الفنية

وستبروك، بيتر

الأرض: من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى / تأليف: بيتر

وستبروك، ترجمة: حافظ شمس الدين عبد الوهاب.

ط ١ - القاهرة: المركز القومى للترجمة، ٢٠١٦

٢٩٢ ص، ٢٤ سم

١ - الأرض

( أ ) عبد الوهاب، حافظ شمس الدين (مترجم)

٥٥٠

(ب) العنوان

رقم الإيداع ٢١٨٦٥ / ٢٠١٥

الترقيم الدولى: 1 - 0429 - 92 - 977 - 978 - I.S.B.N

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

تهدف إصدارات المركز القومى للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة للقارئ العربى وتعريفه بها، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى ثقافتهم، ولا تعبر بالضرورة عن رأى المركز.



## المحتويات

7	..... مقدمة
11	..... الفصل الأول: القلق العالمى وراحة الرؤية بعيدة المدى
31	..... الفصل الثانى: مولد رؤية عالمية جديدة
31	..... أ- رؤيتان للأرض
38	..... ب- الرؤية العالمية السامية
49	..... الفصل الثالث: الانفصال البطيء
49	..... أ- صحوة الصخور
63	..... ب- الجيولوجيا، الأسطورة والفنون فى القرن التاسع عشر
75	..... ج- الجيولوجيا سابقة للرؤية العالمية السامية
81	..... الفصل الرابع: اكتشاف الأرض
81	..... أ- معجزات وتعقيدات
86	..... ب- الجيولوجيا تكتشف الأرض
94	..... ج- نشأة علوم نظام الأرض
103	..... الفصل الخامس: صخرة بين الحياة والموت
119	..... الفصل السادس: معايشة الخطر
127	..... الفصل السابع: الهاوية السحيقة
147	..... الفصل الثامن: أعماق جذورنا
171	..... الفصل التاسع: تطور الحضارة
199	..... الفصل العاشر: راحة الرؤية بعيدة المدى
216	..... - لوحتان فنيتان توضيحيان
219	..... - الخاتمة
223	..... - السقوط فى الدوامة
241	..... - تعليقات وملاحظات ومزيد من القراءة
249	..... - شكر
253	..... - مسرد المصطلحات







## مقدمة

### عزیزى القارئ

هذا الكتاب هو صورة لكوكبنا ولمن يقطن على سطحه، أنت وأنا. وهو يعكس جهودًا جماعية استمرت لقرون. وبصعوبة شديدة لم نكتبه سوى بالاستناد إلى الحقيقة. وتشكيل هذه الصورة تطلّب المثابرة والفتنة عند أعلى المستويات الممكنة. ومع ذلك فالصورة شاحبة وغير مكتملة، ولم أستطع أن أقدم أكثر من لمحة عما هو موجود في الواقع. ولكن هذا التخطيط التمهيدى غير الواضح يكفى لفهم العمق الذى لا يمكن قياسه عن جذورنا وعظمتنا أيضا. ويسود شعور عام بالقلق حول موضوعات متعلقة بالأرض؛ فنحن نميل للشعور بضآلتنا عندما نمتلكنا هذه المشاكل. وما نحتاج إليه فى مثل هذه اللحظات هو توافر البصيرة والتجرد، والشجاعة. ومن الحكمة أن نستبقى صورتنا دائما فى خلفية عقولنا، حتى تكون هناك عندما نحتاج إليها، وحيث ستكون مصدرا للعزاء بوصلة لتوجيهنا ومرشدا يعتمد عليه وصولا للطريق السليم. والمفتاح لهذا الكتاب هو قصة إدجار آلان بو "السقوط فى الدوامة"؛ فهى تجهزنا لاستيعاب القصة العظمى لكوكبنا وتساعدنا على تقدير موقفنا. وفى نهاية الكتاب ستجدون الأصل، والآن أعطى لكم مخططا تمهيدا قصيرا.

مرة أخرى، التيارات الناشئة عن المد تحول البحر، بين جزر لوفودن بالقرب من الساحل النرويجى، إلى دوامة شنيعة، وأى شىء يأتى أمام هذا الوحش ينحرف لاحالة تجاه قاع البحر الصخرى فى الأسفل. وعندما تهدأ المياه، يتوقف عندها المد ليلقى بالبقايا المتكسرة. والفترات الخاملة قصيرة تكفى الصيادين الذين يتمتعون

بالجراحة لدخول منطقة الخطر لملء سفنهم بالصيد الوفير، ثم يلتصقون طريقهم للمياه الآمنة. والمخاطرة كبيرة، لكن الجزاء بالغ السخاء. ثلاثة صيادين إخوة لم يستطيعوا مقاومة الإغراء؛ ففي سفنهم يغامرون بأنفسهم في المياه الغادرة، وفجأة يصيدهم أسوأ إعصار في التاريخ، وعلى الفور يتهاوى الصاري إلى جانب السفينة آخذاً معه أخى الأصغر الذى ربط نفسه به، والرجلان الآخران ألقيا بنفسيهما على السطح، أحدهما تشبث بمسار حلقة الجرس والآخر تمسك ببرميل ماء فارغ كبير مثبت بأمان بالسفينة. وتم سحبهما بلا رحمة، بينما يلفهما الخوف إلى دوامة شرهة. وتبدأ السفينة فى السير فى خط لولبى مشؤوم إلى الأغوار، ثم تدور وتدور بشكل رأسى تقريباً على الحائط المتزلق للمياه.

ويدرك الشقيقان أن هذا قدرهما، ولكن كيف كان رد الفعل؟ الواقع أن رد الفعل كان مختلفاً، فالأخ الأكبر يستسلم، وفى رعب محزن يترك قبضته ويتحرك إلى حلقة الجرس دافعاً أخاه بعيداً، وهو ما اضطره لربط نفسه بالبرميل، وفى أثناء ذلك أغلق الأخ الأكبر عينيه انتظاراً لنهايته. كان الصياد الأصغر يملكه عناد واضح ومميز، فهو يتفحص المحيط حوله بقوة عالية، ويلاحظ الأشياء العديدة فى المياه حول السفينة. وكان يتعجب أن بعض الأشياء قد تم تدميرها تماماً، فى حين لم تتأثر الأشياء الأخرى كثيراً. وتعلم بعد ذلك أن الأشياء الكبيرة تهبط لأسفل على نحو أسرع من الأصغر، وأن الأشكال الطويلة الأسطوانية يتأخر هبوطها. وهنا فهم وأدرك مخرجاً صغيراً وفرصة للبقاء. وحاول تحذير أخيه، ولكن هذا المسكين لم يستطع الاستجابة، ولم يدع ذلك مجالاً للصياد الصغير، سوى فرصته الوحيدة، فيلتصق بالبرميل ويقطع الحبل ويرمى نفسه معه فى المياه العاصفة، ومن تحته يمكن رؤية السفينة وأخيه المحبوب وهما يغوصان إلى الأعماق، مدعوماً بالبرميل فى الأرجحة والدوران فى الدوامة حتى يهدأ الإعصار وتهدأ المياه، ويتمكن الصياد من انتهاز الفرصة والهرب من خلال طاقة صغيرة.



عنوان الكتاب الذي بين يديك هو "الأرض"، وهو يذكّرني بالراحة التي  
وجدتها الصياد عندما اقترب من رقعة أرض آمنة، وهو ما شعر به رواد الفضاء الذين  
رأوا كوكبنا الملون من الفضاء العميق للمرة الأولى في التاريخ. كما أنه يعطى الأمل  
لل بشرية، على نحو ما قد تأتي به الرؤية الطويلة لكوكبنا.





## الفصل الأول

### القلق العالمى وراحة الرؤية بعيدة المدى

"لابد لنا من الإبحار فى محيط اللايقين خلال جزر المعرفة"

إدجار مورين

سبعة دروس معقدة، اليونسكو ١٩٩٩

### توجيه

حدث ذلك ذات صباح باكر منذ أشهر قليلة مضت، فقد استيقظت وتقلبت فى الفراش فى محاولة لزيادة الفترة المريحة بين النوم واليقظة، وفجأة دارت الغرفة بى ودخلت فى دوام، لم يكن لدى أدنى فكرة عن مكان وجودى، وكانت هذه الحركة الصغيرة التى دارت فى رأسى كافية لزيادة معاناتى، ولكن ولحسن الحظ وجدت الطبيب بجانب فراشى، وقلبنى بعناية على بطنى، بحيث أصبحت معدتى لأسفل ورأسى فوق حافة الفراش، وببطء ولطف حرك الطبيب رأسى تجاه اليسار واليمين ثم إلى أسفل. وكان على أن أجلس فجأة... ولدهشتى الشديدة أعطانى الطبيب هذا العلاج البسيط الذى سبب لى راحة كالمعجزة. وبدأت أرى المكان حولى وكأن شيئاً لم يكن، واختفى الدوار، وأصبح فى إمكانى الوقوف والسير.

وقد فسر الطبيب لى سبب ما عانيت، الذى كان مرجعه اضطراباً مؤقتاً فى عضو الاتزان، ففى الظروف العادية قد تهبط بعض الأجزاء المعدنية الحبيبية إلى أسفل فى

داخل الأنابيب المقوسة الموجودة خلف الأذن، حيث يحدث هناك انضغاط شعيرات ميكروسكوبية من شأنها تنشيط الجهاز العصبي، وتوجيه المخ لما هو موجود أعلى وما هو أسفل. وفي حالتى أنا، سقطت بعض هذه الحبيبات المعدنية فى الأنبوب الخطأ، ومن خلال هز رأسى بترتيب معين مناسب، عادت الأمور إلى وضعها الطبيعى الصحيح. وكان هذا الدوار انعكاسا للنظام بأكمله، كذلك كان تحذيراً بأن شيئاً ما قد حدث بطريق الخطأ.

فعندما نخطط لرفع ذراعنا أو أى جزء من جسمنا، نقوم أولاً باستعراض عقلى عن المكان الذى سيكون فيه هذا الجزء، وعندما يصبح هذا التخمين خطأ، يحدث الدوار وما له من رد فعل، وكل الأعراض مثل دوار البحر ودوار السيارة ودوار الفضاء، كلها جميعاً تنشأ من هذا المبدأ نفسه.

وقد دفعنى هذا الحدث البسيط إلى قناعة تامة بأهمية التوجيه المناسب فى حياتنا الحالية، فالعالم من حولنا يتغير، وهذا يحتم علينا تحديد المسار الصحيح بصفة مستمرة، وحتى لو كان الكثير من النشاط يأتى دون وعى، فهو لا يزال يشغل بالنا طوال الوقت، كذلك فإن أى اضطراب فى التوازن قد يشتتنا تماماً. وعملية التوجيه تحدث تلقائياً وعلى عدة مستويات. وما أصابنى شخصياً من دوار كان سببه التوجيه المفاجئ فى الموضع غير المناسب.

وإذا كانت ساعتنا البيولوجية غير متناغمة مع البيئة، فسوف نعانى من اختلاف التوقيت، وعلى غرار ذلك، فإذا لم يكن هناك توافق بين توقعاتنا فى الحياة مع الواقع، فستكون تلك تجربة عظيمة الاضطراب. ولاستعادة التوجيه المناسب عقب هذا الاضطراب أو مثله، فلا بد من الاستفادة من كل المصادر المتاحة ومن الخبرات السابقة ومن المشاعر والتراث الثقافى والأيدىولوجيات والمعتقدات الدينية... وعندما يؤثر هذا النوع من التوجيه على عدد كبير من الناس، وبشكل فوري، فقد يؤدى ذلك



إلى انطلاقهم في غمار دعر جماعى، وفي هذه الحالة قد تزدهر العقائد الأصولية وتنتشر الأيديولوجيات العنيفة. وهناك أمثلة نراها حولنا، فعندما كنت طفلاً عاصرت الحرب التى أدت الخسارة فيها إلى أزمة اقتصادية، فأدى ذلك إلى تحول أحد أكثر الشعوب حضارة فى العالم، إلى الانغماس الجماعى فى طمأه.

## القلق العالمى

اليوم يدخل العالم بأكمله فى مرحلة من التغير غير الموجه، فهناك وعد أبدي بحدوث شىء جديد رائع، فكل شىء أصبح متعلقاً بكل شىء، وتقلص كوكب الأرض ليصبح قرية صغيرة، ويكفى الضغط على بعض الأزرار لنذهب إلى عالم افتراضى من الترابط والرؤى والكوابيس. ولسوء الحظ اختفى الكثير من أنماط اللهو القديم أيضاً. وكان فى الماضى، ولا يزال، الإمكان بالحلم بأراضٍ مجهولة وأناس بعيدين وراء الأفق، ومعها ثروات لا تنضب. وفى هذه الأحوال كان يمكننا بالفضول التعرف على الثقافات الغامضة ونظم الحياة العجيبة. ولكن الحال الآن قد اختلف، وتحولت فيه الاختلافات الثقافية ذاتها إلى صراعات خطيرة، وتوغلت بوحشية حتى إلى داخل غرف المعيشة الدافئة. ويبدو لكثير من الناس أن الإنسانية قد أصبحت وباء، لا تستطيع عمل شىء سوى نهب ثروات كوكب الأرض. وعلى الصعيد العالمى، تهاوت المؤسسات المالية العاملة عقب أن تبذدت مدخرات وممتلكات ملايين البشر، وقد طالبت قوى عالمية جديدة ظهرت على سطح الأحداث بنصيبها من الثروات الطبيعية من مواد خام وطاقة وموارد طبيعية أخرى. وأصبحت الصواريخ المرعبة وآلة الحرب الرهيبة تلوح بخطر حرب عالمية أكيدة. وخلال الحرب الباردة بين القوتين العظميين، كان التهديد فادحاً بالهلاك بواسطة أسلحة الدمار الشامل والأسلحة النووية وغيرها. والآن وعلى النقيض من فترة الحرب الباردة، يصعب تخيل

الوضع السياسى. وفى الوقت نفسه، نجد كوكب الأرض متزلقا تجاه كارثة بيئية وتغير جوهريّ كبير فى نظامه المناخى. وعلى امتداد عقود طويلة حذر العلماء المتخصصون من حدوث كوارث مصيرية آتية، لكن قادة العالم تجاهلوا هذه الكوارث المحتملة وتداعياتها.

إن مشكلة التغيرات المناخية تخيم على الفكر العالمى واهتماماته، فلم يعد فى الإمكان تجاهل مثل هذه التهديدات ذات البعد العالمى. إذ إنه من المنتظر أن يصل إلينا عن طريق وسائل الإعلام تقارير مخيفة حول التغير فى المناخ العالمى. وكوكب الأرض يقف على حافة خطر مفاجئ، فى الوقت نفسه لا يوجد شىء مؤكد على سطح الأرض، ينقذها من الطوفان البيئى الناجم عن التغير الخطير فى المناخ. وهذا الكلام ليس ناتجا عن أقوال المحاربين البيئيين، لكنه يعبر عن دراسات لمجموعة بارزة من العلماء المتخصصين، ممن ينشرون بحوثهم فى مجالات علمية موثوق فى دقتها (الإنديبندنت ١٩/٦/٢٠٠٧).

وفى كتاب "نار جايا" لعالم الجيوفسيولوجيا البريطانى جيمس لفلوك، يحذر هذا العالم الذى طرح فى السابق رؤية من أن البشر يخوضون حاليا حالة حرب مع كوكبنا الذى نشأنا فيه، بينما الكوكب يعدل نفسه بنفسه. وليس الإنسان فقط هو الذى سيدمر نفسه والأرض، لكن معظم المعالجات البديلة التى وضعت أو التى تم تبنيها بالفعل، قد أسىء توجيهها، وعلينا أن نفعل شيئا حاسما لتأمين مستقبل الإنسانية. أما جايا أو الأرض التى تعيش وتنظم نفسها وتعديلها، فسوف تراعى ذلك كالمعهود. ومن الغرور أن نفكر فى غير ذلك. ويؤمن لفلوك بأن الكارثة التى ستحل على الأرض ستكون فى خلال عدة عقود. ولا يوجد أى مجال للتنمية المستدامة، ويقصد بها التكيف التدريجى الذى يحفظ البنية الاجتماعية متأسكة. أما المشكلات القادمة فستكون مذهلة، لتنوعها الكبير وتعقدها وثقلها، فهى مرتبطة ومجدولة فى النسيج الاجتماعى

والسياسى والاقتصادى للإنسانية من جانب، وعلى الجانب الآخر تهتم بالبنية الفيزيكية للأرض. وهناك تعقيد آخر لما يحدث وهو أن هذين العاملين متشابكان، ولا يمكن فهم أحدهما بمعزل عن الآخر.

ومن المحتمل أن يكون النشاط البشرى سببا رئيسيا فى التغير المناخى، وهو ما يؤثر بدوره وبشدة فى العلاقات الإنسانية. ولأول مرة فى تاريخ البشرية نواجه مشاكل على مستوى العالم، من شأنها التأثير الفورى القوى فى كل شىء على سطح هذا الكوكب. ويجب أن ننوه إلى أن كل هذه الروابط لا يمكن قياسها، حتى إن الكارثة قد تحل بصورة مباغتة، وإن لم يبد السبب الحقيقى لحدوثها معروفا.

ويبدو أن كل شىء بما فى ذلك الكوكب بأكمله قد أصبح فى حالة تحليل، وفى حقيقة الأمر فإن أيا منا ليست له السيطرة على كوكبنا، إذ إننا نفتقد الرؤية الشاملة المتكاملة لما يجرى على سطح الكوكب بصورة حقيقية.

وحكام العالم غير المناسبين لمواقعهم يقدمون مبادراتهم، التى يتضح بمرور الوقت أنها دفعت الأمور إلى الأسوأ مهيما فعلوا، فهل هناك قوى شريرة تعمل على ذلك، وهل يجب أن نعانى بسبب خطايانا؟ وهل تم اجتذابنا فى دوامة إلى طريق الفناء؟

ويعتقد الكثيرون بأنه حتى لو كانت هذه التنبؤات المخيفة الخاصة بالمناخ وشبكة الحدوث غير صحيحة، فالكارثة آتية لا محالة، الآن أو لاحقا. ويجادل الجيولوجى سالمون كروننبرج قائلا: "إن تغير الكرة الأرضية هو شىء طبيعى فى تاريخ الأرض، إلا أن اعتمادنا بصفة كلية يتوقف على الاستقرار الجغرافى والمناخى للبنية الاجتماعية الخاصة بنا، فنحن غير قادرين على الاستجابة بمرونة لأى تغير رئيسى، وإننى لا أعطى مثل هذه الصورة المظلمة لحالة الأرض دون أسباب، وقد يكون ما أقوله خاطئا فى عدة نقاط، ولكن ما يتم الرهان عليه هنا، هو أن ما يذكره الإعلام يوما بعد يوم، وحتى إن لم تفتح علينا أبواب جهنم بنيرانها، فهذا الوابل غير



المفسر من القذائف، إضافة إلى التوقعات المحبطة، له أثر توجيهي خطير، لذلك فهناك قلق عالمي حاد، لكنه غير محدد. وفي هذا الإطار استخدم كلمة عالمي بمعنيين: إنها لا تشير فقط للقلق الذي يشعر به الناس تجاه الأمور العالمية، ولكن أيضًا للتعبير عن الحد العالمي للقلق نفسه، وقد يتحدث المرء عن الذعر البطيء المزمن والخارج عن السيطرة بين قطاعات كبيرة من السكان. وهذا الوباء موجود في داخلنا ويشكل الخطر الأكبر، إنها تظهر فعلا وجهها القبيح متمثلاً في نوبات من عدم التسامح والأصولية والقومية والتمييز العنصري وإرهاب الأجانب، وبدلاً من التصرف بمسؤولية وتوافق، يميل الناس للجوء إلى اتجاهات معاكسة تمامًا.

وكنصيحة لقادة العالم، فإن الجهود الدولية للمجتمع العلمي ستكون ذات فائدة إذا ما نفذت تحت الاسم الحقيقي "التغير العالمي". وهذا الفرع من العلوم يتجاوز عمره العشرين عاماً، واشتغل به عشرات الألوف من العلماء، وعشرون عاماً ليست فترة طويلة ليستطيع المرء من خلالها فهم نظام معقد مثل الأرض. ولكن حتى لو لم يلب التغير العالمي متطلبات السياسيين، فيجب ألا ننسى أن علماء هذا المجال قد جمعوا ثروة هائلة من المعلومات عن كوكب الأرض. إذ إننا أصبحنا على علم بأشياء مهمة مثل تيارات الغلاف الجوي والمحيطات وتأثير الحياة على المعدلات الجوية لثاني أكسيد الكربون، وعلى الدورات الخاصة بالعناصر الكيميائية وعلى مناخ العالم، وكذلك انتظام الحرارة والإشعاعات الشمسية والتنوع البيولوجي، وأثر الإنسان في علم البيئة وتوزيع الطاقة والغذاء والآثار البيئية المترتبة على التحول الحضري. كل هذه العمليات تمت محاكاتها ونمذجتها على الحاسوب. وهي التي تقدم التنبؤات للسياسة. والتغير العالمي مشروع عملاق يكلف بلايين الدولارات. وإنها لمحاولة شجاعة أن نتغلب على جهلنا ونجذب العلماء بعيداً عن برجهم العاجي، ومع ذلك ومهما كان سحر هذه البحوث وأهميتها، فإنها لا تقلل من القلق العالمي بل تزيده

وتكثفه. وكل ما يتضح للجماهير العادية وعلى أكبر مستوى، هو الوضع غير المستقر والمستقبل المفتوح الذى لا يمكن التنبؤ به، وكذلك ضعف الإنسان.

ونريد أن نوضح منذ البداية أن هذا الكتاب ليس تحليلاً آخر لنتائج بحوث عن التغير العالمى، وما ناقشه هو أن هذا البرنامج غير كامل ما دام يتجاهل وباء القلق العالمى، ويبدو أن ما نحتاجه ليس فقط تحليلاً عادلاً على أساس علمى لوصفنا، ولكن نحتاج أيضاً لبعض التوجيه والضوء الداخلى، واتجاه أساسى للوضوح وطرح التساؤلات والاستقلالية. وهذا الكتاب يهدف إلى الإسهام فى هذا التوجيه الجديد، فهذا الاتجاه يسمح لنا بقمع الرعب فينا وحسن استخدام بحوث التغير العالمى. ونحن لا يتعين علينا الإيمان بالحوارى القديس بولس حتى نوافق على ما يقول كما جاء فى كورنى ١٣ "وإذا كانت لدى قدرات الأنبياء والفهم لكل هذا الغموض والمعرفة، وإذا كان لدى كل هذا الإيمان حتى أمحو الجبال ولم أمتلك الحب، فأنا لا شىء".

ولندع لعلماء الدين ما فهمه القديس بولس بالحب، وأنا شخصياً أشك فى وجود علاقة بها نسميه الضوء الداخلى، ولكى نظل فى هذا الجو الإنجيلى، فلننى أضيف أن هذا الضوء هو هبة قد يحظى بها المرء إذا ما فتح عقله لها.

## الضوء الداخلى

السؤال هو: لأى شىء يجب على المرء أن يفتح عقله ليحظى بالضوء الداخلى للتوجيه؟ هناك الكثير من الاختيارات، فالأديان حول العالم ستشير إلى الوحي الإلهى، والحركات التأملية ستبحث فى الروح والنفس والسلام الداخلى، وهكذا. والكل بطبيعة الحال مدعو للتمسك بمعتقداته، ولن أشك أبداً فى الإيمان العميق لأى شخص. إلا أننى وبكل تواضع أقترح المحاولة والبحث عن التوجيه فى الواقع،

وقد يعارض المرء بأن الواقع تافه وكريه، ولا يمكن أخذه كمنازة يعتمد عليها في دراسة هذا الاضطراب والتشويش للتغير العالمى، وقد يكون ذلك صحيحا، ولكننى أبادر لأضيف بأننى لا أعنى حقيقة مباشرة الواقع يوما بيوم. ما أتكلم عنه هو الرؤية بعيدة المدى (البعدية).

هذا بالضبط ما فعله الصياد فى قصة "بو" التى أشرت إليها فى افتتاحية هذا الكتاب، فعلى النقيض من أخيه الأكبر، لم يزحف على أرض القارب، ولا دخل فى صلوات أو غاص فى أعماق نفسه، ولكنه أخذ الرؤية البعدية ونسى نفسه، وبدون أى اهتمام بسلامته، تأمل المياه الهائجة العاصفة من حوله، وكأنه على مسافة منها، وهذه هى الطريقة التى اكتسب بها التوجيه والضوء الداخلى وشفاء العقل الذى فتح الطريق أمامه للخلاص، وكان سره هو عمل تحول فى طريقة تفكيره من الاحتواء عبر التجرد إلى الفهم والتصرف العملى.

ويشير نوربرت إلياس، أحد مؤسسى علم الاجتماع الحديث لهذه القصة المشهورة فى كتابه "التضمين والتجرد" الذى صدر عام ١٩٨٣، فبالنسبة له، إن هذين المبدأين يشيران للعلاقة بين الناس وبيئتهم، فهم يكونون مشاركين عندما يؤثر فيهم أسر المخاوف، فيصبحون غير قادرين على التصرف بنحو هادف، وبالتالي يسلكون المنهج المحيط بهم. ويصبحون غير موجهين ويهربون إلى المشاعر ويطلقون العنان لتخيلاتهم. وهذا الاتجاه يجعلهم أكثر ضعفاً. أما التجرد فيرتبط بعكس هذا الموقف، حيث يفتح الناس عقولهم للواقع، حتى يكتسبوا فهماً يتيح لهم تغيير هذا الموقف المتحدى إلى صالحهم. وهذا التجرد يستدعى قمع الخوف واكتساب التوجيه والعقل المتزن. ولا يوجد أدنى شك فى أن الأخ الأكبر قد فقد حياته لكونه ضحية لهذا التضمين الكلى، فى حين أن بطل الرواية استطاع إنقاذ نفسه من خلال اكتسابه حالة جليلة من التجرد. وقد يعتقد المرء أنه كان يضيع الوقت القصير الباقى له فى لعبة غير

منهمة - نوع من البحث الموضوعي غير المهم - ولكن في حقيقة الأمر إن هذه اللعبة تحولت إلى شيء أساسي في بقاءه، فقد احتاج لمراقبة حركات الدوامة عن بعد وبتجرد قبل أن يستطيع اكتشاف الفرصة الضئيلة لنجاته ويستغلها.

## التحول للتوجيه

هذا التحول الذي فعله الصياد - بطلنا - يرتبط بجوهر مناقشاتي، وأرى أن "بو" قد صاغ مبدأ بسيطاً يفوق مغامرة الصياد في الأهمية، لكنه لم يلق بالاً ولا لفت انتباهها. وفي إشارته الملحوظة إلى علوم أرشميدس (في المقالات العلمية لهذا العصر، وحالياً قلما يرجع للوراء لأكثر من عقدين) يحدد فيها قيمة التجرد العلمي في تعاملنا مع العالم. وإذا اتفقنا على أننا نقرب من دوامة من التغير العلمي، فالذي يجب علينا فعله هو تجنب أنفسنا الانشغال والتضمنين العقلي ونسيان القلق، وتقصى هذا الكوكب المتغير بشكل عادي من بعيد. فنحن ننظر طويلاً للأرض، ونعجب بتاريخها الكبير، ونفهم دورنا المتواضع في هذه الدراما التي تلغنا، وهذا ما أنوى فعله في هذا الكتاب.

وهذا الاتجاه غير المباشر يخالف الموجود في عقول الحكومات والقادة منذ البداية. وقد زاد الوعي العام بالمشاكل التي تهدد العالم في بداية الثمانينيات، وعقب ذلك تماماً، تم إطلاق برامج بحثية على مستوى العالم حول التغير العالمي لمساعدة الحكومات على وضع سياساتها.

ولم تكن البحوث المتعلقة بالتغير العالمي خالصة ومستقلة، ولكن السياسة كانت تهيمن عليها. وطلب من مجتمع العلماء أن يقدموا تنبؤات حول التنمية خلال القرن القادم. وهذا المشروع الضخم لا يزال قائماً، إلا أنه، وكما قلت، فعلى الرغم من الفهم الجديد والمادة العلمية الكبيرة المتاحة، فإن النتيجة الرئيسية لهذه البحوث على



المستوى العام كانت زيادة الانشغال والتضمين والقلق. والتغير العالمى فى حد ذاته هو إنتاج مضاد، وهذا البرنامج سيكون مثمرا إذا تم تغذيته بحالة الارتياح التى تأتى بها النظرة البعدية. وهذا المنهج التجردى طويل المدى لم يلق سوى اهتمام بسيط، ولكن هناك معجزة توجد تحت السطح، ومن الصعب أن تراها عندما تكون جزءا منها؛ وقد تقرأ عنها أحيانا فى الصحف، ولكن تلك المعلومات التى تأتى عنها تكون مجزأة على نحو يصعب على المرء الإمساك بجوهر الموضوع. ووسائل الإعلام تؤكد عادة ظاهرة الأشياء، حيث يتم إلقاء الضوء على التطورات الجاذبة والتفاصيل الجيدة والمعجزة الحقيقية التى تكمن فى الداخل.

البحث العلمى الذى يقف وراء التغير العالمى هو أبعد ما يكون عن التراجع والانحسار، بل إنه فى حالة نمو. ويدرس عدد كبير من العلماء الشبان من مختلف التخصصات التعاون فى مشروعات ذات مضامين غير مسبقة، وكلها يطلق عليها "علم نظام الأرض". والدوافع المهمة وراء هذه الحركة هى أبحاث الفضاء وعلم الفلك الحيوى ودراسة الحياة خارج كوكب الأرض. ويمثل ظهور علم نظام الأرض تغيرا طبيعيا على مدى فترة طويلة من قدراتنا الإدراكية، فى حين أن التغير العالمى مازال ينظر إلى الأرض ومشاكلها من الداخل. وينهج علم نظام الأرض منهجا مغايرا، وهو وجهة النظر الفلكية، وعلى الرغم من المطامح العظيمة للتغير العالمى، فإن بحوثه قد تضاءلت أمام علم نظام الأرض. وإذا كان التغير العالمى يحد من نفسه بالعمل فى إطار قرن، فإن علم نظام الأرض يضع فى الاعتبار ٤٥ مليون قرن من وجود كوكبنا.

والبعد المؤقت عن المشاكل المتعاضمة حولنا، يجعلنا على دراية بالمكانة النادرة لكوكبنا فى النظام الشمسى، وفك طلاسم هذا التاريخ الدرامى الطويل الرائع الذى نشأنا خلاله، وكذلك بحث وضعنا نحن البشر فى هذا المنظور الكوكبى العظيم. ذلك

هو محتوى هذا الكتاب. وعندما تصل إلى نهايته، فقد تتفق أن رحلتنا تقدم توجيهًا جديدًا، ومنظورًا من شأنه مساعدتنا لمواجهة المشاكل الملحة المقبلة.

## العلم والأسطورة

لفهم ما هو على المحك بشكل سليم، يتعين على أن أشير للسبب الذي يجعل العلوم البحتة والأصولية مثل علم نظام الأرض ذات قدرات نادرة، من شأنها حفظ التوجيه في الحياة. وقد تعلمت ذلك من الفيلسوف الفرنسي "إدجار مورين" الذي كرس حياته لدراسة ما نسميه "التعقيد" وهو يدعم الفكرة بأن الإنسان يفكر بطريقتين مختلفتين: الطريقة الأولى غير موضوعية ومؤثرة، وهي تركز على الأطوار الشخصية والهدف من الأشياء، ومن نحن؟ ومن أين أتينا؟ وما يجب علينا فعله، وكلها تدور حول الخير والشر، والجمال والقبح وألوان حياتنا. ويسمى مورين ذلك باسم "الفكر الأسطوري" في مقابل "الفكر التجريبي العقلاني" الذي يهتم بالحقيقة الموضوعية، وما يتم هنا ليس ما نريده أو نفكر فيه أو نشعر به، ولكن كيف يعمل العالم الحقيقي.

ويلاحظ أن مفهوم مورين لكلمة "أسطورة" غير عادي إلى حد ما فقد نكون قد اعتدنا على الاعتقاد بأن الخرافة ليست سوى وهم خاطئ يحتاج للتصويب، لكن بالنسبة لمورين، فإن الفكر الخرافي لا غنى عنه من أجل بقائنا. فالمعلومات الموضوعية التي اكتسبناها من خلال الفكر العقلاني التجريبي ليس لها معنى في حد ذاتها بالنسبة لنا. ولعمل رابط بين الموضوع والأنا والعالم الحقيقي، فنحن نحتاج إلى ترجمة المعلومات إلى أسطورة، وفقط وفي هذه الصورة، تكتسب المعلومة معنى، وهكذا يمكن استخدامها بشكل هادف. والتركيز على أشياء مثل الفنون والدين والرياضة والطهي، فكلها تندرج تحت عنوان الأسطورة، أما العلم فيجذب الفكر العقلاني.

لكن مورين يجادل بأن عالمي الفكر دائما يرتبطان بحميمية. وفي واقع الأمر، فإن العلاقة بينهما معقدة، بمعنى أنها متضادان ويكمل بعضهما بعضًا في الوقت نفسه. ولكي تصبح طاهيا ماهرا، فأنت تحتاج الاثنين معًا، طعمًا رائعًا ومعرفة كبيرة بالمقادير، ونفس الشيء ينطبق على العلم. فالعلم في جوهره مجموعة من الخدع التي يمكنك بها أن تغري الواقع للروح ببعض أسرارهِ. ولسوء الحظ فإن الواقع متمرد، ولا يسبح بأسرارهِ بسهولة، وهذا ما يجعل البحث العلمي غالبًا مهنة قاسية ومعذبة، ولكن لننظر إلى المكافأة، فأنت تحارب مشكلة في سنوات، وفجأة تجد الحل، ويُحل اللغز، وتري صورة أبعد ما تكون عن أحلامك. ويُفتح عالم جديد من الاحتمالات، والأفضل من ذلك كله، أنك تدرك فجأة أن حيل العلم قد أفلحت. ومنذ برهة كان الواقع لايزال غامضًا ومتمردًا، والآن هو صديقك ويتكلم لغتك وأصبحت ملكًا له، وتمكنت من إغوائهِ، إنها لحظة مشاعر ودفء. وهذه هي الطريقة التي يعمل بها العلم والأسطورة يدًا بيد.

وهناك فقط قليل من الناس الذين لديهم الاستعداد للصبر على المشاكل المملة للبحوث التفصيلية، لكن على الجانب الآخر هناك مكافأة سهلة المنال ومفتوحة للجميع. والقصص الكونية التي يسترجعها العلماء من الواقع تجمع في رؤية سحرية سرًا إجمالياً غامراً إلى الحد الذي لا يستطيع أحد تخيله. ونحن نسمع عن نشأة الكون وتطوره، وتاريخ النظام الشمسي والأرض ونشأة الحياة وتاريخ البشرية وتعقيدات الخلية الحية وغموض عالم الكيمياء والفيزياء، كل هذا يبدو غريباً للفرد غير المدرب. ولكن من يجد الفرصة للغوص في أعماق هذه العوالم، ينس المشاكل اليومية، ويجد مستوى جديداً من التوجيه: من نحن؟ ومن أين أتينا؟ وأين نذهب؟ وماذا يجب أن نفعل؟ هذه الأسئلة الأسطورية القديمة هي كل المحاور التي يدور العلم حولها.

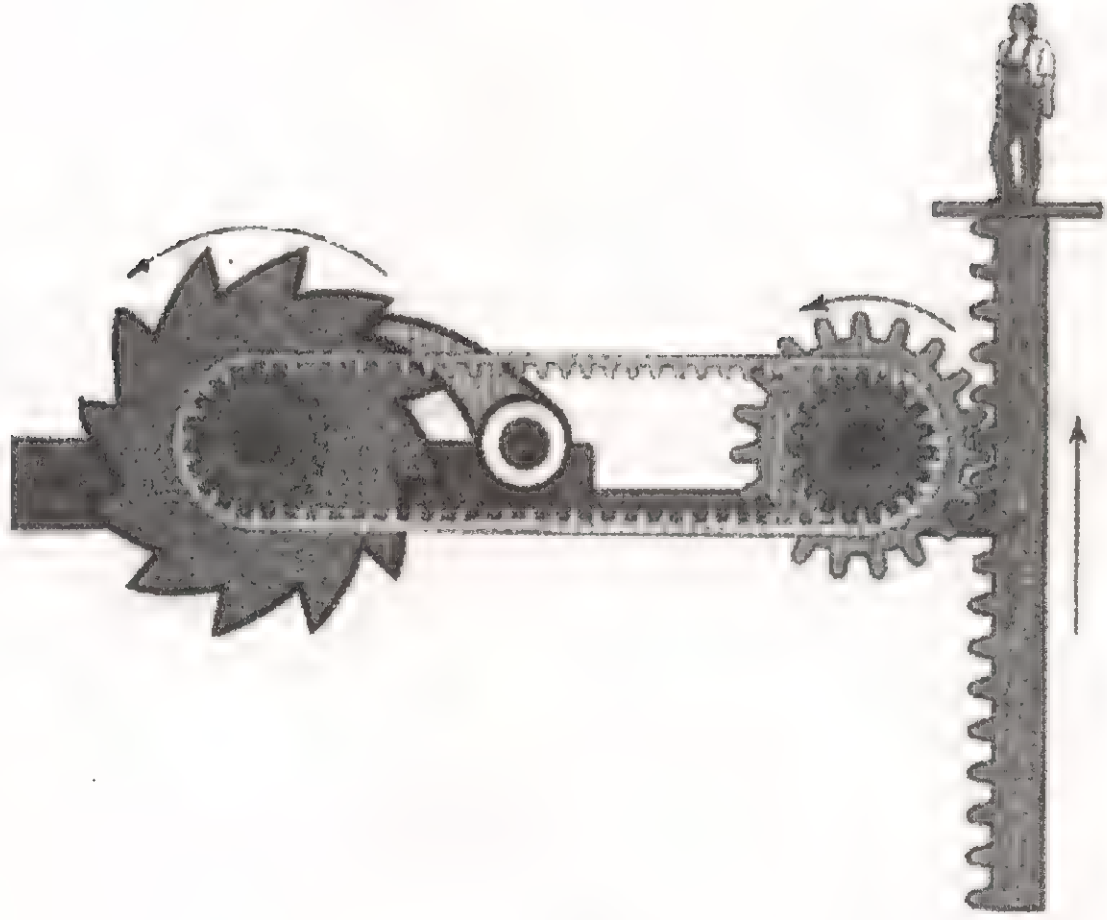
وقد تكون وجهة نظر مورين مدهشة بالنسبة هؤلاء الذين يؤمنون بأن كل هذه العلوم هي كشف الغموض، وأنا أتبع مورين برغم ذلك بكل سرور، ذلك لأن فكرته

بأن الأسطورة والعلم متصلان بحميمية، تلخص كل خبراتى وتتوافق مع الفكر الحالى فى الأوساط العلمية. والعلم يكشف الغموض بدون شك، لكنه يقوم بذلك مستهدفا إزاحة الستار عن أكبر قدر من الموارد الأسطورية غير المطروقة.

ومصدر آخر للتشويش، قد يكمن فى أن منهجيتها تجعل العلم يبدو بارذاً، وغير ذى مذاق فى عيون الآخرين. لكن هناك سبباً وجيهاً لذلك، فإذا أردت أن تقيم علاقة مع الواقع، فأول شىء تفعله هو أن تغلق فمك، ويجب أن تكبح مشاعرك وحكايتك بكل الطرق، فهى مجرد إزعاج. وقصة الواقع فى حد ذاتها تكون دائماً أفضل مما قد تقول، ولذلك فإن المطبوعات العلمية تعطى انطباعاً جافاً. ويعمل محررو الجرائد العلمية بأقلام حمراء، ومن واقع كل التقارير البحثية التى يتلقونها، يستبعدون أى شىء قد يجيد عن الواقع، وعندما يتكلم أحد العلماء كثيراً عن نفسه، يلقون المثال على الفور فى سلة المهملات، وقد تبدو غير ذى بال وباردة بالنسبة لمن لا يعملون بها، لكنها فى الواقع ليست كذلك، فهى فى حقيقتها قيمة ومجددة للهواء فى رئة الفكر، وهذا ينعكس على تعميق المضمون. وإن ما أحبه فى العلم هو قيمة التواضع فيه (وأذكركم بأن العلماء هم من أبعد الفئات عن التواضع). والعلم لم يسبق له أن أعلن عن حقائق مطلقة. والعلم دائماً مستعد لوضع حكمته لاختبار الواقع اللاذع، والحقيقة أن العلم يمكنه التقدم من خلال تقويض نفسه، ولا يوجد أى مجد لعالم شاب سوى أن يثبت أن أساتذته كانوا على خطأ، والعلم منفتح لأى إنسان، لذلك فهو كونى عالمى أكثر من انتماؤه إلى ديانة أو أيديولوجية، كما أنه حتى يتطور وينمو وليس دوجماتياً. وفى كل يوم نكتشف أن ما نعلمه قليل جداً. ويظل فيلسوفنا الفرنسى إدجار مورين مردداً قوله بأننا ما زلنا نعيش فى العصر الحديدي، حيث الاهتمام بالعلم. وأسوأ ما يمكن أن يحدث هو عندما يحاول الناس، بدون احترام للواقع، استخدام العلم لأهدافهم التافهة أو هجر العلم نهائياً لأسباب واهية لا قيمة لها. وفى القرن



الماضى كان هتلر وستالين أبرز الأمثلة لهذا النوع الاحتيالى. ومرة أخرى، وليست المرة الأخيرة، من فضلكم احذروا فإن أعداءنا ما زالوا فى الجوار ويتخذون كل أشكال التنكر، ويدون الالتفات لعالم الواقع ومعايشته، إلا أنهم يقدمون فكرهم الخاص بهم، ويرغبون أن يؤمن الآخرون بأن العلم فى جانبهم أو أن العلم مجرد حقيية من الآراء الخاصة وليس بأفضل من آرائهم. وهم يدعون بأن الواقع هو مسألة ترجع للديمقراطية، وهو نتيجة تصويت بالرأى، متناسين أن العلم ليس ديمقراطيا على الإطلاق، لأن كل شىء يخضع لتلك السلطة الفردية وهى عالم الواقع. والعلم ديمقراطى فى معناه العميق، وهو ما يريد أن يخفيه هؤلاء، وهو مرتبط بحقوق الإنسان الأصولية. وهو دائما يعترف بتميز أى شخص أو مجموعة ليعضد وجهة نظر منحرفة، حتى إذا كانت تتعارض مع رأى الأغلبية أو تتصارع مع مصالح السلطات. وهذه هى الكيفية التى يجتذب بها العلم مواهب الجميع وبإصرار.



شكل ١-١

هذه العجلة المستنة (السقاطة) يمكنها أن تدور إلى اليسار فقط، وغالبا يتم استخدامها أداة في صناعة الساعات ورافعة وفي الأجراس والقطارات الميكانيكية التي تستخدم كلعب. وفي هذا الكتاب استخدمت هذه الكلمة كاستعارة لتجسيد معنى النظم المعقدة التي تستعرض التطور التراكمي غير القابل للسير في عكس الاتجاه. أمثلة أخرى غير تاريخ العلوم، مثل تطور الكائنات الحية الفردية ونشوء النظم البيولوجية وتاريخ الأرض والبشرية والكون بأكمله.

إن أفضل الطرق للوقوف أمام الاعتقاد العام بأن المعرفة العلمية لا تتفوق على أى رأى آخر، هو الإدراك والوعى بأن العلم يحتوى على عجلة مسننة كما فى الشكل (١-١)، وهذه العجلة المسننة تجدها فى الرافعة أو الساعة ويمكنها الدوران فى اتجاه واحد فقط وليس العكس. ولأن هذا الدوران غير ممكن له السير فى عكس الاتجاه، فالنظم على غرار مثل هذه العجلة المسننة، تعرض التطور التراكمى للتغير خطوة بخطوة. ونتيجة لذلك، فالعلم يبنى من ذاكرة واسعة، والعلماء دائماً يقفون على أكتاف العمالقة (كما تقول كلمات إسحق نيوتن)، فمعرفة تبنى من جهاز مستمر فى النمو من بصيرة سابقة تم اكتسابها من الملاحظة والتجارب فى عالم الواقع.

وخلال هذا الكتاب سنواجه العديد من النظم المعقدة التى تعرض تطوراً على غرار العجلة المسننة (السقاطة)، ليس سوى نوع من الاستعارة الميكانيكية. والنظم الحقيقية تفتقد للمعلومات، وتطورها فى العادة يكون غير متوقع، وهى لا تعود أبداً إلى نقطة الصفر من حيث بدأت.

## الأسطورة فى الفلك وعلوم الأرض

لا يوجد شىء جديد أو غير عادى فى اعتقادى بأن العلم والأسطورة يسيران معاً جنباً إلى جنب ويداً بيد. وأفضل توضيح لذلك، قد يكون من خلال علم الفلك، وبالمعنى الحرفى، فإن المسافرين والبحارة يستخدمون المجموعة النجمية لتوجيههم. ولا شك أن المشهد الغامر للكون يؤثر بعمق فى رؤيتنا العالمية منذ وقت بعيد غير معلوم. وكم ستكون نظرتنا محدودة إذا عاشت البشرية تحت غطاء دائم من السحب. والخيال القديم يفوق كثيراً فى أبعاده وتخيلاته علم الفلك الحديث، ونحن ندرس إنجازاً عظيماً منذ نحو ١٣,٧ بليون سنة مضت يختص بالكون المتحور، وميلاد جسيمات أولية واندماجها وتطور النجوم والثقوب السوداء، وأصل الكواكب وتعظيم التعقيدات وتجمعات المواد المعتمدة وتراكمها، وأيضاً الطاقة.

ولا شك أن التطور يعمل على المستوى الكونى، وهو تراكم كلى وبه الكثير من التعقيدات، كذلك أنماط من التنظيم على أكبر مستوى، وكل ذلك التطور يحدث كجزء من المجموعة العظيمة على أعلى المستويات.

ويوضح الفلك أن هذا الانفجار العظيم هو أصلنا المطلق، فقد خلقنا من تراب النجوم، وتماثل الأشياء التى تحتوى فى جوهرها الكون كله. وهذه هى الكيفية التى يربط بها العلم العالم الموضوعى فى الخارج مع الشئ الموجود فى داخلنا. كذلك كيفية دور العلم كآلة للأساطير لسد جوعنا المستمر للتوجيه.

وكلما تقدم علم الفلك زادنا دراية بعجائب عالم الفضاء الخارجى، ويؤدى ذلك إلى ازدياد وعينا بعظمتنا وشعورنا بأن الكون فى بيتنا. وهناك علوم أخرى يجب عليها الإثبات العملى لاستخدامها ودورها فى تقدم التكنولوجيا البشرية. ويبدو أن الفلكيين قد تم إعفاؤهم من مثل هذه الاهتمامات التى تبدو غير ذى أهمية بالنسبة لهم. وهم يعتمدون كثيرا على الإمدادات المالية لقدراتهم الفائقة على خلق الأساطير.

وفور دخولنا إلى ديارنا على كوكبنا، ودخولنا إلى العالم المادى من الصخور والمياه والهواء والحياة، يأتى الجانب التطبيقى للعلوم بشكل لا يمكن إغفاله، ويلعب علماء الجيولوجيا وعلماء الأرض الآخرون دورا حاسما فى اكتشاف الوقود الحىوى واستغلاله، وكذلك الموارد المعدنية واحتياطى المياه والهندسة وإدارة الظواهر الطبيعية وتحسين التربة، وكذلك التنبؤ بالمناخ والطقس. ويجب ألا تندش إذا علمت أن تمويل مثل هذا الفرع من العلوم يتصل بقوة باحتياجات العالم الاقتصادية، مثال ذلك صناعة البترول التى تقدم استثمارات ضخمة لدراسة احتمالية الطبقات تحت السطحية للقارات والمحيطات باستخدام تقانات جيوفيزيائية فائقة الدقة والتعميد فى أغراض الحفر والتنقيب.

ولولا هذا الدعم المالى الكبير لظل علم الجيولوجيا مكانا للعب الهواة. وقد تكون علوم التكنولوجيا وتطبيقاتها وحدها من أقوى الأساطير التى يمكن للعلم أن



يقدمها في الوقت الحاضر. ومن المهم أن نفهم كيف نشأت الأرض، ولكن أن نستخدم هذه المعلومة في تقوية الشبكات الكهربائية وفي السيارات، فهذا جزء آخر من الكعكة، فنحن نعتمد كليةً على العلم لدعم حياتنا اليومية، ونحن نعلم ذلك، ولا يوجد طريق آخر أفضل من ذلك للتدليل على القوة الواقعية لفعل العلم في المجتمع.

وهذا الاهتمام المُلح بالاستخدامات النافعة للعلم، دفع إلى ذاكرتنا الوعد الأسطوري بعلوم أساسية أكثر. وحيث إن الفلكيين مازالوا يستطيعون الاعتماد على الاهتمام الصريح والأشياء المبهرة، فالمطلوب من علماء الأرض، مرةً وأخرى، أن يحددوا المطامح الاقتصادية التي تأتي من جهودهم العلمية.

لكننا في أيامنا الحالية، يوجد قلق عالمي متزايد، نتيجة الآثار المدمرة التي نشأت من تدخل الإنسان في البيئة. وأصبحت تداعيات وتتابعات ذلك شديدة الوضوح. وأصبحنا ندرك أهمية الحاجة الجديدة للتوجيه والتعطش العميق للإعجاب بعمق جذورنا على هذا الكوكب. وعلم نظام الأرض هو ثمرة هذه الحاجة إلى أن نكون متجربين في الأمور التي تخص الكرة الأرضية.

## هذا الكتاب

لوضع تطورات حديثة لعلم نظام الأرض في شكل منظوري تركز الفصول القليلة الأولى على التطورات الباكرة. وتأتي الصور الأولى للأرض التي التقطت من الفضاء الخارجي البعيد في الستينيات من القرن العشرين على قدر كبير من الأهمية. وفي الفصل الثاني، أقول إنني أناقش أن صور نشوء الأرض فوق سطح القمر، قد أثار رؤية عالمية جديدة، وهي إشارة فلكية لتوجيهها، وكان من شأنها وضع ديناميكا الكوكب كلها في قلب الأجندة العلمية، ولأول مرة أصبحنا على دراية كاملة بأن هناك

حدودا لاستغلال البيئة الطبيعية. وهذا الحدث كان علامة على بداية التغير العلمى، وكذلك القلق العالمى الذى أدى إلى ظهور علم نظام الأرض؛ وهو دراسة للأرض كنظام ديناميكى مزدوج محكم.

ويلخص الفصل الثالث فى أمثلة قليلة تغير وجهات النظر واختلافها حول الأرض قبل ظهور الرؤية العالمية الجديدة، وهذا يتيح لى الفرصة لوصف بعض التغيرات الجذرية فى الاستيعاب، التى نشأت من الرؤية العالمية الجديدة، التى كانت سببا فى فهمنا الحالى، وذلك فى الفصل الرابع. وأصبحت الجيولوجيا وعلم نظام الأرض جزءا من علم الفلك.

ثم أ طرح بعض الأمثلة المختارة لأدعم النظرة المتعمقة للأرض فى الفترة الحالية. ويسرد الفصل الخامس قصة الحجر الجيرى، ففى شكله السائل، يتم جرفه من القارات إلى المحيطات، لكن مياه البحر وحدها لا تستطيع التخلص من هذا العبء التراكمى، لذلك فإن الجانب الحيوى، هو المسؤول عن تحرير المحيط من جزء كبير من الحجر الجيرى الزائد. ولكن فى الزمن السحيق، كان الحجر الجيرى يستطيع أن يتراكم ويتكثف بحرية، مهددا بسد كل الأنسجة الحية الموجودة فى الطبقات المعدنية السطحية.

أما الفصلان السادس والسابع، فيدوران حول تطور الغلاف الجوى وكونه خالياً من مركبات الأكسجين فى بدايات تاريخ الأرض، وحتى فى حالته الحالية التى تزيد فيها نسبة الأكسجين عن ٢٠٪.

ولعدة بلايين من السنين، كانت الحياة على مشارف كارثة كاملة؛ لأن الأكسجين لم يكن فقط ذا أهمية حيوية لإدارة شؤون الطاقة للمحيط الحيوى، بل كان سُمًا قاتلا يأتى بالموت والمرض.

وفى كلا المثالين؛ الأكسجين والحجر الجيرى، نشهد على مر بلايين السنين، ظهور آليات منظمة قوية تغمر العالم، وما زالت تحافظ على صلاحية الكوكب

للسكن، والصورة الاستعارية التي تقفز للذهن هي لكوكب قادر على التعلم من خبراته. وهذا يؤدي إلى الفصل الثامن، واستعادة بعض المعانى الأسطورية الخاصة بعلم نظام الأرض. وسنكشف أنه في حين أن العلم قد يبدو مركزاً بشكل أساسى على العالم الواقعى خارجنا، فإنه يختص بنا فى الوقت نفسه، وكل هذا يعد مقدمة للفصل التاسع الذى يهتم بالظهور الثقافى للبشرية وتطوره. وأخيراً يتفحص الفصل العاشر الخطوط الرئيسية لنظرية مستقبلية للأرض متبنياً نظرية جديدة للحياة موجودة بالفعل كنقطة انطلاق. ونظرية الأرض هذه قد ترفع من مستوى تفهمنا لكوكبنا إلى مستوى جديد من التعقيد. ولكن ماذا ستقول هذه النظرية عن موقفنا نحن؟ وعند هذه النقطة من الكتاب، يتعين الإعلان عن الراحة والتجرد التى أتت بهما الرؤية البعدية لعلم نظام الأرض.

## الفصل الثانى

### مولد رؤية عالمية جديدة

#### ١ - رؤيتان للأرض

منذ فترة صغرى حفيدى إلى متحف وكالة الفضاء الأوروبية القريب، وقد أثار إعجابنا المشاهد المقربة للكواكب وأقمارها، وقمنا بمحاكاة رحلة خيالية فى سفينة فضاء مشابهة للسفينة الحقيقية. وأخيرا وقفنا أمام نسخة رسوم متحركة لرحلة تتين للقمر، من المجلة الكاريكاتورية البلجيكية لهيرجى. وقد استخدم الفيلم الرسوم التى قام بها هيرجى عام ١٩٥٤ وكانت كلها رسوماً مألوفة عدا شيئاً واحداً كان مختلفاً. فقد استبدل المنتجون بالرسوم الأصلية للأرض صورة فوتوغرافية قام بالتقاطها رواد السفينة أبوللو ٨ من الفضاء الحقيقى. وكان هذا التعديل مغايراً للواقع، ولكن بدون شك فإن المنتجين كانت لديهم أسباب منطقية لمصادرة الشكل الأصيل. وعند عودتى للمنزل عدت إلى الكارتون القديم، ولدهشتى اكتشفت أن الأرض بالنسبة لهيرجى هى عالم يشبه هذا النموذج الذى اعتاد جدى أن يضعه على مكتبه. ولكنك تستطيع أن تدرك بدقة القارات والمحيطات عليه، فهى خطوط سوداء تفصل الأرض والبحار، بلا غلاف جوى، ولا سحب، ولا أغطية قطبية ولا خضرة.

وعند مقارنتى بتتابع العوالم فى الكارتون، بُهرت بمدى الحرص الذى عمل به هيرجى لإخراج العمل على هذا النحو فيمكنك أن ترى الأرض وهى تدور فى إطار

دورتها، فقور الهبوط على القمر، يظهر المحيط الباسفيكى. وعندما يخلق الصاروخ مرة أخرى ترى أمريكا اللاتينية والأطلنطى، وعند منتصف رحلة العودة ترى آسيا والمحيط الهندى. ومن المدهش أن وضع الأرض في السماء لا يتغير طوال فترة وجود رواد الفضاء على سطح القمر، ولا بد من أن هيرجى قد أدرك أن ذلك نتيجة للحقيقة بأننا على الأرض لا نرى سوى جانب واحد فقط من القمر. والحق أن أشكال هيرجى صحيحة كلية فنحن نرى وديانا وأنهارا وكهوفاً من الرواسب الكلسية برغم أنه لا توجد أى مياه سائلة على القمر. وكذلك فإن الشمس نفسها تضيء الأرض والقمر، ولكن من زوايا مختلفة. وبعيداً عن مثل هذه التفاصيل فإننى أرى كيف أن هيرجى قد بذل أقصى ما يستطيع ليعطينا صورة دقيقة عن الأرض من الفضاء الخارجى. وكل ما استطاع أن يحىء به هو عالم من طراز قديم (موضة قديمة). وكانت تلك الصورة لكوكبنا هى كل ما نخترناه في عقولنا منذ عام ١٩٥٤.

## العوالم

يجب ألا ننسى أن تلك العوالم كانت روائع من الإبداع والمثابرة، ومثل كل قاطنى الأرض الآخرين فإن الجغرافيين في الزمن الماضى كانوا يرون جزءاً صغيراً جداً من الكوكب، فلم تكن لديهم أدوات لتحديد الاتجاهات سوى النجوم والبوصلة. وكان عليهم أن يرسموا خريطة لسطح الأرض، جزءاً بجزء، حتى ولو عرض ذلك حياتهم للخطر. ومن خلال تجميع وتركيب كل هذه الأجزاء استطاعوا أن يبتكروا تلك الرؤية العظيمة الفريدة من نوعها، واستغرق هذا العمل قروناً. وتم عمل نماذج العوالم الأولى ومحاكاتها في هيئة عاديّات أثرية. وبعد ذلك نقل العرب تلك المهارة إلى غرب أوروبا. ولكن كانت ذروة إنتاج نماذج العوالم في فترة الرحلات الاستكشافية العظيمة (والغنائم) وذلك من القرن الخامس عشر إلى القرن السابع عشر، وكان هذا الإنتاج بمثابة مشاريع مثيرة، ونصراً للعلوم والجهود المبذولة، وهو ما يساوى ويقارن



بالسفر للفضاء في الآونة الحالية. ولكن هناك ما هو أكثر من العلوم والجهود وحدها التي قدمت من أجل دراسة العوالم واستكشافها، فالرحلات التي تتسم بالمغامرات التي قام بها الجغرافيون، والمهنة الصعبة التي قام بها رسامو الخرائط لم تكن كافية للتوصل لنتيجة تأتي بمشروع يمثل هذا المفهوم العظيم، فهذا العمل قد جاء بدافع الحاجة المجتمعية العريضة، خاصة في الأيام الأولى، حين كانت نماذج العوالم أدوات مهمة للتجار والفاحين والاستراتيجيين العسكريين، فقد أظهروا عالمًا واسعًا يقف صامدًا أمام التأثير المسيحي والحضاري بأوروبا. وأظهرت تلك الألوان للعوالم السياسية كيف قامت القوى العظمى بتقسيم الكوكب فيما بينها.

وفي القرون اللاحقة فقدت نماذج العوالم بعضًا من فوائدها العملية، فبالنسبة للمسافرين والملاحين، أصبحت هذه العوالم ضخمة جدًا، إلى الحد الذي تقلصت فيه لتصبح بمنزلة الرموز التي تزين الدراسات والمكتبات ليتم تطبيقها فقط للأغراض التعليمية، ومع ذلك فهناك بعض الاستثناءات، فقد كانت العوالم من الأهمية للمستكشفين من أمثال فون هامبولدت، في حين استخدمها الجيولوجي الفرنسي الحالم إيلي دي بومونت (١٧٩٨ - ١٨٧٤) في محاولاته الخاصة بالتكوينات العالمية. ولكن بالنسبة للآخرين، أصبحت كالأيقونات التي يعلوها التراب لرؤية عالمية، ورمزًا للكوكب يمكن التحكم فيه. وهذه قد تكون الكيفية التي رأى بها هيرجي الأرض عام ١٩٥٤: جسد بلاروخ: تتكون من الصخر والمياه، والدواب التي انتشرت على السطح بمحض الصدفة. والجزء المضيء من البشرية عمل على تحويل هذا المجال إلى جنة قائمة بذاتها وما بها من الثقافة والعلوم والتكنولوجيا.

### صورة بتسعة عشر ستمائة

في حقيقة الأمر، كان السفر للفضاء نتاجًا لهذه الرؤية العالمية. وتم استكمال عمل خرائط للأرض. أبقت تلك المنافسة بين النظامين السياسيين السائدين على البشرية في قبضتها التي تشل الحركة، ومن خلال التصدير والرحلات الاستكشافية في الفضاء، دبت الروح الجديدة في كل من الحرب الباردة والثقة العامة.

فكل من دولة الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة استقلتا بتطوير التكنولوجيا اللازمة لتصدير قوتها السائدة إلى الفضاء؛ ونظرًا لتوافر الموارد المالية كان يتم إطلاق الصواريخ بشكل دائم، ففي البداية كان السوفييت يقودون السباق، ولكن في عام ١٩٦١ كان يوري جاجارين أول من عاد من رحلته حول الأرض بنجاح، وتراجعت الولايات المتحدة بعيدًا. رجل على القمر، إنه لدرس للشيوخ. وفي فبراير ١٩٦٦ أرسل السوفييت لونا ٨ إلى سطح القمر، ولكنها كانت كبسولة بدون بشر، وفي عام ١٩٦٨ قام رواد الفضاء فرانك بورمان وجيم لوفل وبيل أندرز بالدوران بسفينتهم أبوللو ٨ حول القمر. وكان بورمان القائد ولوفل الطيار وأندرز الذي كان مرتادًا جديدًا للفضاء؛ وفنياً ومصورًا. واستمرت الرحلة كلها من ٢١ إلى ٢٧ ديسمبر. وفي عيد الميلاد ٢٤ ديسمبر قاموا بالدوران عشر مرات حول القمر قبل العودة للأرض، وبعد المدار الثالث عاودوا الظهور من وراء القمر وعاینوا مشهداً من شأنه تغيير رؤيتنا العالمية للأبد؛ ولأنهم كانوا قد عملوا بعض التعديلات للتو، ونظروا في اتجاه آخر يختلف عن المدارات السابقة، وحينها فقط شاهدوا الأرض و سطح القمر معًا. وكان بورمان أول من شاهد ذلك، وتعجب قائلاً: "يا إلهي، انظروا لهذه الصورة، هناك ها هي الأرض ترتفع ! أليس هذا بديعاً!"

وصاح أندرز: لا تلتقط هذه الصورة فهي ليست في الجدول. وكان هو الأهدأ بين الثلاثة ولم ير أهمية هذه الصورة، وكان مهتمًا بالتمسك بالقواعد أكثر منها فكان من الضروري أن يضحك بورمان.

وقال للوفيل: "هل معك فيلم ملون؟"

أجاب أندرز: "أعطني هذا الفيلم بسرعة أرجوك"

الآن رآه لوفيل أيضًا "هذا عظيم!"

أندرز: ناولنى شريط الفيلم الملون بسرعة!

لوفيل : إنه هناك..

أندرز: أعطنى الفيلم الملون وأسرع !

لوفيل : إننى أبحث عن C368

أندرز: أى شىء بسرعة!

لوفيل : ها هو!

أندرز: حسناً أعتقد أنه قد فاتنا المشهد!

لوفيل : إنه هنا عندى!

أندرز : دعنى أشاهده من هذه النافذة، هنا أوضح.

لوفيل : بيل لقد حصلت عليه فى الإطار وهو واضح جداً هنا هل رأيته؟

أندرز : نعم .

بورمان : حسناً فلتأخذ عدة لقطات منه.

لوفيل : فلتأخذ عدة لقطات. أعطنى إياها !

أندرز: انتظر لحظة دعنا نأخذها من المكان المناسب. هنا الآن اهدؤوا.!

بورمان : اهدأ لوفيل!

لوفيل : حصلت عليها. إنها لقطة جميلة f.11/250

أندرز : حسناً

لوفيل : والآن فلتغير الموقع قليلاً

أندرز : فعلت ذلك وأخذت لقطين.

ولم يستغرق هذا الحديث سوى ثلاث دقائق. وعقب ذلك ادعى جميع الرواد الثلاثة أنهم قد التقطوا هذه الصورة الشهيرة AS8-142383 المعروفة بظهور الأرض.

ولا يستطيع المرء أن يقرر من اختبار الأصوات أيهم كان المصور، لذا دعونا نقول إن ثلاثتهم قد قاموا بهذا الإنجاز، وفي طريق عودتهم قاموا بإرسال نسخ قليلة بالأبيض والأسود من الصور للأرض.

وكان فريد سباير في غرفة معيشته بمنزله يشاهد التلفاز في حالة من اللهفة البالغة، وكان وقتها في عامه السادس عشر، وهو حالياً مؤرخ عالمي في جامعة أمستردام. وتم بث الصور على الهواء من التلفاز الإسباني وذلك لوجود أحد أجهزة استقبال ناسا بإسبانيا، ومازال فريد يحتفظ بصورة التقطها من شاشة التلفاز وهي صورة معتمة تبدو فيها الأرض كضباب رمادي. وقد كتب لاحقاً مقالاً حول التغيرات التي طرأت على ظهور الأرض، واستخدم المادة التي جمعها بعناية وبفرح وسعادة.

وبعد أسبوع من التقاط الصورة ظهرت على صدر الصفحات الأولى لكل الصحف المهمة. وحينها أدرك الملايين الأهمية العاطفية العميقة لهذه الصورة. وقد فهم الصحفيون أكثر من أي شخص آخر ما كان على المحك هنا. وأصبح ظهور الأرض أيقونة لرؤية عالمية جديدة قامت بمحو ذكرى نماذج العوالم القديمة.

ولكن ما الذي جعل هذه الصورة تتمتع بهذه الخصوصية؟

في عام ١٩٦١ صاح جاجارين قائلاً: إننى أرى الأرض. ياله من مشهد جميل. ومنذ تلك الأيام تم إصدار عدة صور للأرض من الفضاء، ولكنها لم تكن ذات أثر شديد مثلما كان لصورة ظهور الأرض.

وهذه العينة بصفة خاصة أظهرت التضاد الرائع بين المناظر الطبيعية القمرية العقيمة والألوان الناعمة للأرض. وفي كتابه العد التنازلي، وهو من كتب السيرة وصدر عام ١٩٨٨، شرح بورمان الموقف كالتالى:

"نظرت بمحض الصدفة من إحدى النوافذ الموجودة وبدقة أكثر لحظة ظهور الأرض فوق أفق القمر. وكانت أجمل الصور المتحركة التي رأيته في حياتي، والتي أثارت في داخلي تياراً من الحنين للوطن.

وكانت الأرض هي الشيء الوحيد الملون في الفضاء. والباقي كله كان أسود أو أبيض، عدا الأرض، وكان يغلب عليها اللون الأزرق وتتسم بالنعومة والسلام، والقارات كانت باللون البني الذي يميل للحمرة. وكانت السحب تنتشر فوق كل هذا المجال الواسع كخيوط طويلة من القطن".

وما يزيد من الدهشة حول كوكبنا الفريد في الفضاء اللامحدود، هو بروز القمر والأرض في هذه الصورة الواحدة المتباينة، فقد شعرت بالكيفية التي يمر بها كل منهما حاملاً معه تاريخه الفريد في مداره اللانهائي وكيفية انغماس البشر في عالم يكتنفه الغموض - مألوفاً ومجهولاً. وقد قال جيم لوفل في مناسبة أخرى "عندما رأيت الأفق الأزرق في حجم أكبر من أظفار إصبعي الأكبر على امتداد ذراعي، علمت أن ذلك موطني أكثر من كونه ملك الله".

أما بالنسبة للآخرين فإن الصورة التي نعرفها ستبدو مختلفة عن الواقع الذي رآه رواد الفضاء، وفي الغالب تم طباعة ظهور الأرض كصورة المرأة، والأكثر من ذلك، فإن النيجاتيف الذي استخدم في معظم الطباعات هو نسخ من الأصل الذي تم الاحتفاظ به في مامن بأرشفيف وكالة ناسا. وفي خضم هذه السنوات الطويلة تغيرت الظلال في النسخ، وأصبح القمر يبدو في لون بني غير نظيف بدلاً من اللونين الأبيض والأسود المتباينين. ويجب أن نتذكر أن هذه الصورة قد تم أخذها بعدسات مقربة (تليفوتغرافية) وهذا من شأنه أن يجعل الأرض تبدو بصورة أكبر مما هي عليه في الواقع، بل وأكثر تأثيراً. وأخيراً أدرك رواد الفضاء سطح القمر رأسياً وليس أفقياً. وقد وضع بيل أندرز في منزله الصورة على الحائط في الاتجاه المناسب لها، حيث يكون القمر على الناحية اليمنى. وهذه النسخة تم وضعها حديثاً على موقع ناسا الإلكتروني.

وفي عام ١٩٩٧، قام ريتشار أندروود الذي قام بتحميض أفلام أبوللو ٨ بعمل موجز عن أهمية ظهور الأرض كآلاتى:-

(وانتهى الأمر بأن يصبح هذا الفيلم الذى لا تتعدى قيمته تسعة عشر ستنًا جزءًا مهمًا من مشروع قيمته عدة بلايين من الدولارات، أعتقد أن ذلك يعد شيئًا رائعًا).

## ٢- الرؤية العالمية السامية

فى رأى أن اقتراحى بجعل صورة ظهور الأرض فى وكالة ناسا بمثابة أيقونة لرؤية عالمية جديدة، إنما ينطوى فى طياته على أن جزءا كبيرا من الإنسانية قد اكتسب فى الستينيات رؤية أساسية جديدة للطبيعة والبشرية هذا إذا كانت تكهناتى صحيحة، فإن هذا التغير فى الرؤى العالمية، إنما هو حدث تاريخى رئيسى، ولم ينشأ بمحض الصدفة عن إلهام أو حدس عدة عقول عبقرية مستنيرة أو نشاط عابر. وفى الأحداث الماضية يبدو لى وكأن هناك مبدأ جديدًا منتظمًا، قد ظهر ليؤثر فى حياة الملايين حتى ولو لم يكونوا على دراية كاملة بذلك. بل وأتصور أن أهمية هذا التغير فى الرؤى العالمية هو فى المرتبة نفسها لبعض الأحداث الشهيرة التى طرأت فى الماضى على تاريخ البشرية، وعلى المرء أن يعود إلى الوراء نحو خمسمائة عام، ليجد هذا الاختراق الذى عرف بصفة عامة بالرؤية الشمسية، واعتبار الشمس مركزًا على الرغم من أن شخصًا واحدًا فقط هو الذى أتى بالفكرة وهو الفيلسوف الإغريقى أريستاركوس الذى عاش فى الفترة من ٣٢٥ إلى ٢٥٥ قبل الميلاد. وفى تلك الفترة أفاد علماء من أمثال كوبرنيكوس وجاليليو وكيبلى ونيوتن أن الأرض تدور حول الشمس ولا تأخذ الطريق الآخر العكسى، وذلك الاكتشاف كان دليلًا على أصل العلوم الحديثة. والحركة العصرية هى المصطلح الأكثر مناسبة فى واقع الأمر، أكثر من مصطلح مركزية الأرض؛ لأن القرون



اللاحقة كانت نذيرا لقدوم العلوم الحديثة والتكنولوجيا والاستنارة وأيديولوجيات مثل الحرية والاشتراكية والإنسانية. وكان يسبق الحركة العصرية الرؤية العالمية لمركز الأرض، وهى تضع الأرض في مركز الكون كله. وقد تمسك أرسطو بذلك بشكل كبير في القرن الخامس قبل الميلاد، في حين قام بطليموس السكندري بالعمل عليها بالتفصيل في القرن الثاني بعد الميلاد. وعلى ذلك فقد استمرت الرؤية العالمية لمركز الأرض نحو ١٤٠٠ عام في شكلها النهائي.

وأخيرا فقد سبق الرؤية العالمية لمركز الأرض مذهب الكون المفاهيمي لحيوية المادة. وقد رأى أصحاب هذا المذهب العالم حولهم وحدة متماسكة واتحادا للأرواح التي تطلب الخضوع. والممرات الواقعة بين هذه الرؤى العالمية الرئيسية كانت تمثل خطوات عملاقة في تطور الوعي الإنسانى.

ومن الخطأ أن نعتقد أن أحداث الفترات الانتقالية بين الرؤية العالمية المتعاقبة هى مجرد أحداث محدودة ولحظية. وبدلاً من ذلك يمكن القول إنها ضبابية إلى حد مدهش، ويقدم يومنا وزماننا هذا مثالا ممتازا، فالحركة العصرية مازالت تبقى كرؤية عالمية سائدة، فى حين أن الرؤية العالمية لمركز الأرض والمتبقى من مذهب حيوية المادة مازال حولنا، وقد يتعجب المرء: على أى أساس أقرر أن مثل ذلك التقسيم العملاق غير الواضح قد أصبح وراءنا؟ فهل يعد أقل من نصف قرن وقتا كافيا لاتخاذ مثل ذلك القرار؟ ألا توجد أحداث أخرى غير صورة ظهور الأرض جعلتنا نغير أفكارنا وتحديداً كنظريات أينشتاين والميكانيكا الكمية وانهيار الاشتراكية الوطنية والشيوعية وهيروشيا، أو حادث الحادى عشر من سبتمبر، لماذا هذه الصورة التى نسيها الناس منذ أمد بعيد؟ ما أقنعنى بعد طول تخوف، كان الرأى العلمى للفيلسوف الإسبانى خوسيه لويس سان ميغل. فقد أظهر أن عدداً كبيراً من التغيرات الجوهرية فى مداركنا وأفكارنا قد حدثت خلال الأعوام القليلة حول عام ١٩٦٨ وبعده. وها أنا أسجل بعض الأمثلة الرئيسية شاملة بعض الإضافات لقائمة خوسيه لويس، فقد كان هناك

وعى مجتمعى مفاجئ بأن هناك حدودًا للنمو فى ضوء القيود التى فرضها ميلاد كواكب مكتشفة حديثًا.

وبالنسبة للموارد الطبيعية من المواد الخام والوقود الحيوى، فقد كان ينظر لها كأشياء محدودة متوقع نضوبها مستقبلاً. وأصبحت العولمة والتغيرات فى المناخ العالمى ومستوى مياه المحيطات، مفاهيم تثير القلق اليومى لكل شخص، وتأثرت العلوم بصفة خاصة بهذه التغيرات، ففى الجيولوجيا وبعد كل علوم الأرض نفسها، كان هناك هذا الاختراق لعلوم المناخ العالمى والألواح التكتونية ونظرية الديناميكا الفيزيكية لقشرة الأرض وتبعها الجيوكيميا (دراسة الأرض كمصنع كيميائى) والبيولوجيا الأرضية (الجيوبولوجيا) التى تختص بالتركيز على القوى الجيولوجية للحياة وعلوم نظام الأرض ونظرية جايا (وكلاهما يدمج ديناميكا الكواكب والتاريخ). وفى البيولوجيا أصبح التنوع العالمى والنماذج العالمية للتطور والنشوء موضوعات رئيسية. وحالياً جاء إلى المقدمة الأستروبيولوجيا أو البحث عن الحياة فى كواكب أخرى، كامتداد جديد ومثير لعلم الفلك. وبالإضافة لذلك كانت هناك مضامين أخرى مهمة فى مجالات الطب والاجتماع والزراعة والقانون.

والسهولة التى يمكن أن نزود بها القائمة تبين أن ذلك لم يكن تطورًا تدريجياً فى خلفية مداركنا، لكنه انهال وتسارع بشكل كبير. وما يصدىم العقل على الفور هو العلاقة والرابط بين كل هذه المفاهيم الجديدة مع الرؤية المدهشة لظهور الأرض.

وإننى إذ أدين بكل العرفان لأستاذ الفلسفة المتفرغ بجامعة أمستردام أ.د. مارتين فان نيروب لاقتراحه كلمة "سامية" لهذه الرؤية العالمية الجديدة. فنحن الآن نستخدم هذه الكلمة كبديل لكلمة رائع أو ممتاز؛ ولكنها فى القرن الثامن عشر كان معناها أرقى من ذلك كثيرًا. وعلى سبيل المثال كان إيمانويل يتعامل مع هذا المفهوم فى كتابه "نقد العدالة" وكانت هذه الكلمة بالنسبة له تبعد عن معنى الجميل وأكثر قربًا لكلمة مثير، بل تجربة مغامرة، شريطة أن يكون الحدث قد تم مشاهدته من البعد.

وفي بداية القرن التاسع عشر قام الأدباء والفنانون الممثلون للحركة الرومانسية بالعمل على تحسين هذا المفهوم للكلمة (سام). وهكذا فإن لوحات كاسبر ديفيد فريدريك في ألمانيا، أو ويليام تريرز في إنجلترا تلقى الضوء على القوة الغامرة للطبيعة، وتقلل من أهميتها نحن البشر. وفي الفصل الثالث سنرى التعبير عن هذه الفكرة في لوحات المناظر الطبيعية الأمريكية (اللوحه رقم ٢). وبدون شك فإن الرؤية الخاصة بظهور الأرض كانت أبلغ مثال على التجربة السامية. وهذه الصفة تم تطويرها الآن في نتائج مذهشة في العلوم بصفة عامة، وفي علوم نظام الأرض بصفة خاصة.

## الاشتغال والتجرد

لن نتمكن من فهم جوهر الرؤية العالمية السامية بدون التطرق الأساسى إلى داخل ديناميكية الرؤى العالمية بصفة عامة. ويقدم كتاب نوربرت إلياس المشاركة والتجرد، الذى سبق أن ذكرته في الفصل الأول وقدمت تحليلاً مفسراً لذلك. ونحن نذكر أن هذين المفهومين "المشاركة والتجرد" يشيران إلى علاقتين متضادتين بين الناس وبيئتهم. فالصياد الأكبر في دوامة "إدجار آلان بو" مثلت ما له من التجرد العقلى، لقد كان الخوف يملكه ويغمره إلى الحد الذى لم يمكنه من التعامل مع الموقف بطريقة منطقية ذات معنى، أما شقيقه الأصغر، فقد حظى بحالة ومستوى عالٍ ومدهش من التجرد، فتمحصه اللامبالى لديناميكا الدوامه ساعده على اكتشاف طريقة للخروج منها.

وهذا المثال جيد لأنه يلقي الضوء على التضاد بين تلك الحالات التى يمر بها العقل، ولكن لفهم ديناميكية الرؤى العالمية، علينا الآن أن نحسن وننقى طريقة فهمنا، ففى واقع الحال إن العلاقة بين الاشتغال والتجرد هى علاقة معقدة.

فهما ليسا فقط أعداء، بل هما مكملان لبعضهما البعض بشكل كبير فى الوقت نفسه، فلا يوجد تجرد حقيقى بدون أرضية وأساس من المشاركة، فلماذا يجب حقاً على

الشخص الذى يعيش فى حالة تجرد كاملة أن يهتم بما هو حوله؟ لابد من أن هناك درجة ما من المشاركة ومن المشاعر الذاتية التى يحتاجها الإنسان دائما لإشعال ما يصبو إليه ليسمح بالتجرد أن يقوم بمهمته. دعنا نرى كيف تعمل هذه التفاعلات المعقدة من أجل تتابع الرؤى العالمية السامية والحديثة.

إن مركزية الشمس السابقة على زمن الحداثة أخذت الإنسان بعيدًا عن المركز المريح الذى كان يحتله خلال نظام مركزية الأرض الذى سبق (والذى كان فى مركز الكون تمامًا). ونظرية كوبرنيكوس وجاليليو (أن الأرض تدور حول الشمس وليس فى الطريق الآخر حولها) تضع الإنسان على الهامش مع كوكبه. وللمرة الأولى أصبحت الطبيعة تلوح فى العقول الواعية كعالم مستقل ومحاذ لا تضعنا فى حساباتها بأى شكل. وهذه الرؤية الجديدة لابد أنها كانت غير متعاطفة مع الناس أو مشمئزة منها فى العالم القديم. لذلك فلتبنى الرؤية العالمية الخاصة بمركزية الشمس، فلابد للناس من دفع ثمن باهظ عاطفيا، لهذا الاشتغال والاحتواء المتزايد.

ولكنهم فى المقابل، تلقوا مستوى أعلى من التجرد. ونظرًا لأن الرؤية الجديدة كانت أقرب للواقع، فقد اكتسب الناس مزيدًا من السلطة والقوة على الطبيعة. وقد أعطت هذه الزيادة فى التجرد حافزا إضافيا يتمثل فى الإحساس بقيمة النفس بقناعة كبيرة، وقد عكست الرسوم فى عصر النهضة، وفى بداية فترة مركزية الشمس مستوى عاليًا من الإيمان بالثقة بالنفس. وفى البدايات كان الغرض الرئيسى من الرسوم هو شد المشاهد واحتواؤه فى تجربة دينية، فقد كان للجمال والحقيقة أهمية ثانوية. وفى عصر النهضة أصبح للأشياء وجودها المستقل، وبمساعدة النظام المنظورى وضعت فى حيز ثلاثى الأبعاد، والتجربة الممتعة لمثل ذلك الوضع الجمالى أصبحت هدفًا فى حد ذاتها.

ومع انتشار الرؤية العالمية الحديثة ظهر نوع من العلوم أصبح يتجه تباعًا نحو التجرد. والتاريخ معروف جيدًا : فالغزاة احتشدوا فى جموع على الأرض ورسامو الخرائط رسموا خرائط للعالم. وتم دراسة علم التشريح، وفسيولوجيا الجسم البشرى

بشكل عميق حقيقى. وبعد ذلك قام أوائل الجيولوجيين باستكشاف عمق الزمن اللامحدود.

وعملت نظرية النشوء لداروين على الخط من قدر الإنسان إلى مرتبة الحيوان. وقد أشار سيجموند فرويد إلى أن عالمنا العاطفى هو مشهد من القوى الدافعة اللاواعية واللامتظمة. وحتى علم الفلك الحديث، أخذ الشمس بعيداً عن موقعها المركزى، وتحولت إلى مجرد نجم صغير هامشى فى محيط مئات البلايين من المجرات التى انتشرت بدورها حول الكون الواسع، وقد تغيرت رؤية مركزية الشمس، التى كانت تمثل ذات مرة نقطة انطلاق هذا التطور، إلى رؤية للواقع، حيث اختفت فيه كل آثار المركز. وكل خطوة فى هذه العملية عملت على زيادة التجرد وإعطائه سلطة أكبر فوق البيئة، وأصبح الثمن المطلوب أعلى وأعلى حتى منتصف القرن التاسع عشر، حيث بدأ الفلاسفة فى الجدل بأن كل تظاهر بالحقيقة والأخلاقيات. ما هو إلا خدعة وهذا رأى كان بمثابة ميلاد لنوع عميق من العدمية المتشائمة. وغالباً ما يشعر الناس، حتى فى يومنا هذا، بأن وجودهم عديم الجدوى تماماً!

فى بداية هذا الفصل اقترحت أن يكون عالم الأرض كأيقونة للحدث، ولكن كان يمكننى أن آخذ أيضاً هذه النقطة السوداء من العدمية. وهذا التدامج الحاد الناجم عن الحدث، مازال له أثر اجتماعى آخر. فبالنسبة لنوربرت إلياس، فالزيادة فى الإحساس بالتجرد كانت مقصورة تقريباً على العلاقات والروابط بين الناس ويشتهم الطبيعية، فى حين أن العلاقات المتبادلة بين البشر، استمرت فى قوتها بفعل المشاركة أو الاحتواء، واستطاعت العلوم الطبيعية والتكنولوجيا أن تزدهر، فى حين تخلفت عملية الفهم والتحكم فى العمليات الاجتماعية. وبتزايد قوة الإنسان على قوى الطبيعة تزايدت التهديدات بين البشر كذلك. واستمرت الصراعات على كل المستويات فى تخريب الإنسانية وبقيت الحروب كسوط للعقاب. وذلك كان السبب الرئيسى وراء عدم قدرة العلوم الاجتماعية على النهوض والنجاح. وبقي علماء الاجتماع مغموسين

في العلميات التي يدرسونها كثيرًا، حتى فقدوا القدرة على تحرير أنفسهم من هذه الدوامة السلبية. وكانت آثار هذا الشلل مدمرة، ونأمل فقط أن تقوم الرؤية العالمية السامية بتحقيق شيء أفضل وسط هذا الانهيار، وتقدم الأزمة الاقتصادية العالمية التي اجتاحت العالم وقت المداد كتابة في هذا الكتاب عام ٢٠٠٨، عرضًا مدهشًا لاذعًا لبصيرة الناس. وحيث كانت السلطات الاقتصادية الرائدة هي المشارك الفعال في المشهد الحالي، فقد كانت على أعينهم غشاوة قبل أن يحدث الحدث، ومنذ ذلك الحين فقدوا السيطرة على الأمور.

### التجرد والمشاركة في الرؤية العالمية السامية

انطلق رواد الفضاء إلى السماء وهم يرتدون بزات الفضاء. وعندما نظروا خلفهم رأوا كوكبًا جديدًا مألوفًا ومجهولًا. وعلى الفور فقدت العوالم التي ظهرت إلى حيز الوجود بريقها. ولم يكن ذلك بسبب وجود خطأ في الخرائط، لأن الصورة التي التقطت من الفضاء أكدت صحة ما تم عمله على مدار قرون بأفضل التفاصيل الممكنة، ولكن رواد الفضاء رأوا أشياء لم تظهرها العدسات السابقة: مجموعة من الكواكب المستقلة بذاتها التي تتخطى النظام الإنساني وكوكب سامٍ متملص من السيطرة الإنسانية، ومستقبله لا يمكن التكهّن به. والعوالم لم تكن سوى فكرة تصورية عقلية من مستوى الأرض إلى الفضاء الافتراضي. وهذه قرون كانت البشرية تنظر إلى صورتها المنعكسة بالمرآة من هذا الموقع الخيالي.

وهكذا فإن أول صور للأرض كانت أيقونات لعنصر جديد في حياتنا العاطفية، ولرؤية عالمية سامية تحترم، وتدهش لمدى تعقد الأرض. وكانت عوالم الكارتون وحبر الطباعة تعد انتصارًا لعصر النهضة والتنوير. ولكن فجأة حل مكانها عالم حقيقي من الجمال غير المقارن، وقد لحق بالأداء الصحيح شعور جمالي وعاطفي



عميق. وكان السفر للفضاء أحدث نصر للتنوير، وكذلك الرؤية العالمية العصرية التي أصبحت المسؤولة عن ميلاد هذا المسخ اللافت للنظر.

ومسمى ظهور الأرض بين كيف باغتتنا الرؤية العالمية السامية. وعند ظهور الصورة لم نتمكن من فهم حقيقة الأمر بكل مفرداته. وبدون أدنى شك تم اختيار هذا المسمى من خلال التناظر مع ظهور القمر على الأرض، وبكل تأكيد فقد بدأ ذلك لرواد الفضاء، وكأن الأرض تشرق، لأنهم كانوا يدورون حول سطح القمر. ولكن على القمر لم يظهر شروق أو ظهور للأرض، وذلك ببساطة لأن موقع كوكبنا كما هو مرئى من سطح القمر ثابت لا يتحرك، فلأى حد تغمى أعيننا عن هذه المفاهيم التقليدية وتجعلنا غير قادرين على تفهم هذه الثورة المتفجرة.

وهذا النشاط الذى جاء به ظهور الأرض لم يكن لينتشر هكذا، إذا ما وصلتنا الصورة فى وقت آخر. فقد كانت هناك مصادر إضافية للرؤية العالمية السامية حول هذه الصورة من الفضاء، وكلها يدعم بعضها الآخر. ولمدة عشرين عاما جعلت الحرب الباردة العالم فى قبضته من جديد وجعلت أزمة كوبا بصفة خاصة الناس يدركون أنهم طوال هذه السنوات عاشوا على حافة العدم. وبالنسبة للكثيرين فإن حرب فيتنام قد أظهرت الإفلاس الأخلاقى للغرب، ففى الوقت الذى كان يمكن فيه استخدام رؤوس الأموال فى محاربة الجوع فى العالم، تم توجيهها إلى إنتاج السلاح. وقد يرى المرء أن هناك مطلبًا متزايدًا على منظور جديد.

وعلى أمل أن يفاجئنا زمننا الحالى بشيء، فإن روبرت كينيدي مرشح الرئاسة المغتال، استطاع أن يكون مصدر إلهام للشعب الأمريكى، وسادت قوة الزهور وتحكم الخيال. وفور سقوط القوى العسكرية والاقتصادية ستهوى كل المشاكل مثل الفقر والحروب والتسليح والعنصرية. وإذا استطعنا السفر للقمر، فلن تكون هناك مشكلة لا نقوى على حلها، ومن وجهة النظر المثلى للفضاء العميق، تبدو مشاكل اليوم شديدة التفاهة، ونحن محظوظون للحياة فى مثل هذا العالم العجيب.

وبعد ذلك بقليل علينا الاكتشاف، كما هو الحال في الماضي بأننا قد دفعنا جائزة عاطفية كبيرة في مقابل ما كسبناه من حالة تجرد جديدة. وتطرق لنا أيضًا أن صور الفضاء قد أظهرت واقعًا آخر، أكثر إيلاّمًا، ففي خضم هذا التفاؤل البريء نسينا أن الأرض هي أيضًا مكان للموت والرعب والفناء. ويتقلص التفاؤل ويحل القلق العالمى بدلاً منه. وقد أظهرت عملية ظهور الأرض أنه لقرون عديدة، قامت العوالم القديمة بحمل مرآة أمامنا: وتم عرضها كأيقونات لرؤية عالمية مهمة. ولكنها الآن أصبحت أكثر وضوحًا حيث إن هذه الأيقونة للرؤية العالمية الجديدة لديها وظيفة مشابهة للمرأة.

وكسابقيها فإن الرؤية العالمية السامية لها وجهان، وعندما كان الأمل يملؤنا، ظهرت الأرض بصورة رائعة، ولكن في حالات اليأس أحبطتنا ووضعتنا في دوامة سلبية من الاشتغال. وتزايد عمق الهوة عما كانت عليه سابقًا. وتحت المركزية الشمسية والرؤية العالمية الحديثة، تقوض الوضع المركزى المريح للموضوع الإنسانى بأن الأرض هي المركز، مما جعل لدينا نظرة فانية لا أهداف لها، وليس بها شيء جيد أو حقيقى، إلا أن حصنا واحدا أصبح ملاذنا، فعلى الأقل استمررنا كسادة أو مسؤولين عن الأرض.

وحيث إننا قد تخيلنا عددا لا محدودا من الموارد الخاصة بالمواد الخام فيما حولنا، فيمكننا ترتيب هذا المكان بحرية. ولكن الآن ومن وجهة النظر الفضلى للفضاء العميق، فقد أصبحت البشرية غير مرئية، إلا أن لديها إمكانيات العملاق المخربة وتمثل تهديدا لهذه الواحة الفريدة في الفضاء. ومع بزوغ الرؤية العالمية السامية. وصلت نهاية الجنس البشرى إلى الذروة، وتماّم مثل الصياد الأكبر في الدوامة نحاول أن نغمض أعيننا لتتحاشى النظر إلى العملاق في وجهه. وهذا هو الوقت الذى يجب أن نلحق فيه بشقيقه الأصغر ونتأمل في الدوامة الغاضبة بتعجب وشغف بدون النظر

إلى مقدراتنا. وسأدحض بأن العلوم الأصولية للرؤية العالمية السامية ستعود علينا بكرامة جديدة وغير متوقعة.... وهذا الفرع الخاص من العلوم التي تتوارد إلى العقل هي الجيولوجيا، خاصة المجال الذي يهتم بالأرض بصفة عامة - علم نظام الأرض - ومن الآن فإن هذا الإحساس الذي يعمه الأمل والذي جاء من صورة ظهور الأرض قد أصبح باليا. وينبغي ألا ننسى أنه مقارنةً بمغامرة الصياد، فإن توجهنا الجديد يحدث على مستوى مختلف تمامًا. فبدلاً من التحول اللحظي في عقل الفرد الواحد، فإن التجاوز العلمي يهم البشرية كلها، ويحتاج إلى أن نترك وراءه ويشكل جذرى هذه الصور القديمة للإنسان وبيئته، وهكذا فإن الحصول على نظرة تجريدية لكوكبنا لا تأتي لنا في ومضة لحظية لعقل واحد، ولكنها تأتي نتاجاً لصراعات القرون. ولتقدير مدى عمق هذه الاكتشافات العلمية نحتاج العودة إلى الزمن الماضي ومتابعة تحرير العلوم الجيولوجية منذ بداياتها. وفي ضوء المخاطر الناجمة عن الإحساس بأنها لا تستحق الاهتمام، أقترح أن نتوخى الحذر خلال هذا التاريخ بعمل اختبار معمل على بعض الأحداث التي تحمل معها مضامين. وهذا من شأنه أن يجهزنا لتقييم الثورات التي أتت بها الرؤية العالمية السامية في مجال العلوم البحتة للأرض وإعطائها قيمة علاجية رائعة.



## الفصل الثالث

### الانفصال البطيء

#### أ- صحوة الصخور

ولتتظر وتوقع أن الشيء الوحيد الذى يشرى حياتك على الإطلاق، هو القوى غير العادية وإيقاظ الصخور فى الأعماق، كل هذا سيرتد إليك.

رانير ماريا ريلك، داس بوس دير بلدر

سيكار بوينت، سكوتلانده ١٧٨٨. ثلاثة رجال يتفحصون الصخور والبحر ويتأملون، يتمم أحدهم ببعض الكلمات ويشير إلى الأرض، ويومئ الآخران تأكيداً لكلامه ثم يستأنفون التقدم فى المسير، ينحنون ويلمسون الأرض لهدف ما، قد يصل إلى حد التبجيل. من هؤلاء النبلاء؟ وعم يبحثون؟ هل هناك حيوان بحرى لا فقارى ميت (عجل البحر)؟ أو ربما جثة آدمية. كلا لا يوجد شيء مرئى.

وقد كتب أحدهم لاحقاً "لم نجد أى دلالات على البدء والنشوء ولا أى توقع بالنهاية. وكتب الآخر "لقد شهدنا على العمق غير المحدد للزمن. رؤى مخيفة. هل تلبس الشيطان هؤلاء النبلاء؟ هل نزل عليهم وحى إلهى؟

الإجابة بالنفى. ففى مساء هذا الصيف المشمس من عام ١٧٨٨ فى سىكار بوينت ولدت الجيولوجيا. وقد تملك كل من جيمس هتون وصديقيه الشابين جون بلاى فير وجيمس هال اعتقاد بالغ الغرابة وكأنه أتى من عالم حكايات الجان. فقد اعتقدوا بأن الصخور تحكى قصصًا ويمكن قراءتها من على متنها، ولم يوجد لديهم أى ريب فى أنهم يستطيعون أن يضعوا أيديهم عليها. فتتابع الأطوار يحكى ويشير لفترة طويلة من السكون ويتبعها كارثة مدمرة. وأخيرًا يعود السكون وقد أدرك كل من هتون وبلاى فير وهال أن هذا ما هو إلا جزء صغير فقط من قصة عظيمة، فقد ظهرت الصورة فى عقولهم من خلال دورة الصخور المدهشة المتأيلة، وتمثل النشوء الخالد والاضمحلال وهو ما يتسم بالقسوة تمامًا كدورة الفصول.

### رحلة هتون الطويلة خلال العلوم

كان هتون هو من جاء بفكرة دوران الأرض من الداخل إلى الخارج. وكان ذلك بالطبع ليس نتيجة إلهام مفاجئ، ولكن جراء سنوات من الملاحظة المتأنية والتفكير العميق. ولمدة طويلة كان هتون على دراية بفكرة الدورات الطبيعية وخاصة منذ رسالته عام ١٧٤٩ بجامعة ليدن بهولندا حول الدورة الدموية. ومنذ ذلك الحين وهو يعيش فى عزلة استمرت ١٣ عامًا بمزرعته بالقرب من الحدود الإنجليزية من عام ١٧٥٤ حتى ١٧٦٧. وعلى الرغم من اهتمامه الأولى فى هذه الأيام بتحديث الزراعة، فإنه حظى بالفرصة لملاحظة كيف أدى المطر والرياح والمياه المتدفقة إلى تآكل الأرض من تحت مزارعه حتى النهر القريب. وكيف أن الطين قد أعيد ترسيبه فى مكان آخر كرسوبيات. وكذلك، فى رحلاته الطويلة داخل الحدود الأسكتلندية أصبح على دراية بالقوى الكامنة فى باطن الأرض، القادرة على إذابة الصخور وإلقائها ودفعها إلى الجبال الشاهقة، وقد يكون أهم عامل من عوامل تطوره هذا هو الجو الفكرى فى إدنبرة حيث نشأ، وأثبت نفسه منذ عام ١٧٦٧ وما بعدها. ففى هذا الوقت



تحديدًا شهدت هذه المدينة انتعاشة فكرية رائعة حيث جمعت الحضارة الأسكتلندية مجموعة من أشهر العلماء على الإطلاق هناك، فيمكنك أن تلتقى بديفيد هيوم الفيلسوف والاقتصادي آدم سميث والكيميائي جوزيف بلاك وجيمس وات رجل الآلة البخارية. وقد اعتاد هتون أن يلتقى بأصدقائه فى المساء فى المقهى أو بمنزلهم أو فى الأكاديمية. وكانت إدنبرة فى ذلك الوقت واحة الحرية والأعمال وأحد المراكز الفكرية الكبرى فى أوروبا. وكان الفضل لهذه البيئة التى أعطت جيمس هتون القدرة على العمل فى نظريته الثورية "نظرية الأرض".

### قصة سيكار بوينت

فى هذا اليوم الصيفى من عام ١٧٨٨ أبحر هتون وبلاى فير وهال، عبر الساحل الأسكتلندى. وضع هتون خطة لعرض نظريته فى رؤية شاملة واحدة على أصدقائه الشبان، وكان من الصعب الوصول للمنطقة، حيث إنه لم يذهب هناك من قبل. ولكنه كان يقرأ ما يريد ويبحث عنه. ففى هذه المنطقة تم عرض نوعين مختلفين من الصخور. كانت القديمة منهما رمادية اللون وطبقاتها دقيقة ورقيقة وطبقتها صلبة، فى حين كانت الأخرى الأدق حجما من الحجر الرملى، وكان الحد الفاصل بين هذين الراسبين دليلا على نظريته وبعد بحث طويل وجدوا ما كانوا يبحثون عنه.

ومن الأسباب التى تجعلنى ألقى الضوء على ذلك، أنها تعرض بجمال شديد كيف تعمل الجيولوجيا. ومرة أخرى فإن هذا العلم يحارب مسألة عمل شىء لا يمكن عمله وأن ترى الحركة فى الأشياء التى لا تتحرك. الجيولوجيا تتعامل مع الصخور والطبقات والطيات والفوالق وحبات الرمال والقارات وهكذا. كل هذه الأشياء غير متحركة (على الأقل على مستوى الزمن الإنسانى)، أما قصة كيفية تشكيلها فى الماضى فهى ما تنطوى عليه الجيولوجيا. ولا بد أن نتذكر دائما جيمس

هتون لأنه أول من فهم أن الصخور الميتة في سيكار بوينت تنطق بقصة وأن عليه أن ينظر في الحاضر لاكتشاف مفاتيح الماضي - التفسير الديناميكي الذي يسعى وراءه - وعقب مرور أكثر من قرنين مازال هذا التفسير باقيا وأساسيا وبدون منافس. (الشكل ٣-١).



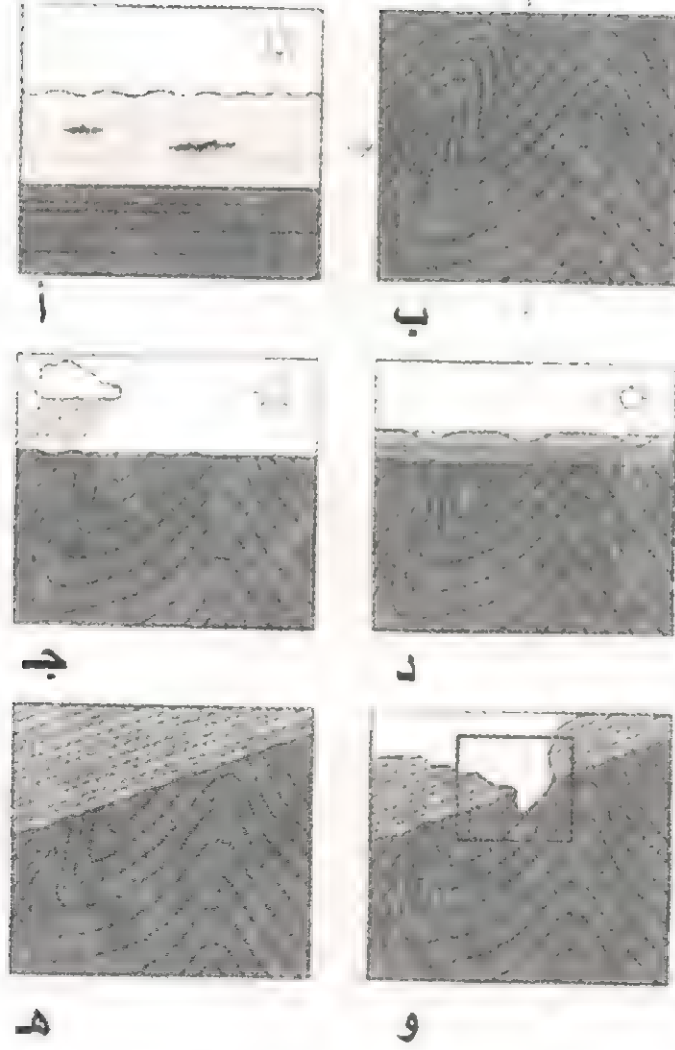
الشكل ٣-١: يبين القطاع العالمى الشهير فى سيكار بوينت.  
وأسفل الشكل ترى بوضوح الطبقات الرقيقة للجزء الأسفل من  
الحجر الطينى، مع زيادة فى الجهة اليسرى. فى الجهة اليمنى تم  
إدخال طبقات أكثر سمكاً. ومستويات التطبيق ثم موجهة رأسياً  
وتستمر حتى يتم قطعها من مستوى أعلى بسطح مائل قليلاً. على  
القمة. تليها تراكمات من الحجر الرملى الأحمر.

وما كان في عقل هتون مثلاً رئيسياً لما يسمى الآن الهدم. فقد فهم على الفور أن كلا التراكمين على الحجرين كانت رسوبيات، وذلك لما كان له من خبرة طويلة في ذلك، منذ الأيام التي كان فيها مزارعاً، فقد شهد كيف تم تراكمها غير المحدود والبطيء، طبقة فوق طبقة مثل الحبات المبعثرة على أرضية البحر أو على حافة نهر متعرج. وبدون أدنى شك فإن أكوام الصخور الضخمة حول سيكار بوينت لا بد وأنها قد استغرقت وقتاً طويلاً في التكوين. وبعد وقت طويل التّحمت الحبات في الصخور الضلّية. ومن الواضح أن كومة الصخور السفلى هي الأقدم في التسلسل. ولكن كيف تم إحضار هذه الطبقات من موقعها الأفقى الأصلي إلى وضعها الرأسى الحالى؟

لفهم ذلك كان لابد لـهتون من الاعتماد على خبراته في جبال أسكتلندا. فهناك، شاهد العديد من أكوام الرسوبيات التي تم ضغطها مثل مفرش المائدة بفعل قوى عملاقة تعمل في باطن الأرض، وقد طويت وتصدعت. وأدرك هتون أنه هنا في سيكار بوينت شكلت الطبقات السفلى جانباً من هذه الطيات. ولم يمكن تجنب هذا الاستنتاج. وفور وضع كومة الترسبات السفلية بفترة طويلة على أرضية البحر (٣-١٢) فإن البنية كلها تندفع وتتجدد وترتفع لتشكل حزام جبال شاهق، قد تماثل جبال الألب الحالية.

ولكن أين ذهب هذا الحزام الجبلى؟ هل هبط عائداً للأرض؟ وهل نحن نشهد حالياً قمماً جبلىة من الماضى؟ لـهتون تفسير أفضل. ففى مزرعته شاهد كيف أن العوامل المناخية عملت على تآكل الصخور من السطح، وكيف أن الانقراض تم نقلها ببطء وتم إعادة وضعها فى منحدر سفلى، وقد أدرك أن هذه الآلية يمكن أن تؤدى إلى استمرارية استواء سطح القارة، وعندما تسافر الآن عبر سلاسل جبلىة فلن ترى الموقف سوى فى لحظة انتقالية واحدة من الصراع الطويل بينما تصعد به القوى من

باطن الأرض، وما تأتي عوامل التحات من تسوية. هكذا فكل السلسلة الجبلية البطيئة الصاعدة إلى أعلى في الماضي البعيد تم محوها بالتآكل (الشكل ٣- ٢ ج) في حين أن الركام يتم نقله لمكان آخر في صورة رسوبيات جديدة طبقة طبقة، وحيث إن الطبقات الرأسية في سيكار بوينت لا تمثل قمم الجبال القديمة في الماضي فإنها تمثل جذور الجبال العتيقة.



(الشكل ٣-٢) الشرح الجيولوجي لمكشف سيكار بوينت.

- أ - ترسيب الرسوبيات السفلية في مياه المحيط.
- ب - تشكيل السلسلة الجبلية - ضغط وطى وصعود الصخور.
- ج - تآكل السلاسل الجبلية.
- د - وضع الرسوبيات السفلية (بفعل الأنهار وفي البحيرات وعلى الأرض).
- هـ - المرحلة الثانية تشكيل الجبال والطي الواسع للكتلة الصخرية كلها.
- و - التحات الساحلى للصخور فى الزمن الحديث لسيكار بوينت.

وتكفى نظرة على الكون لإعطائنا انطبعا عن المستوى الذى تعمل على أساسه هذه العمليات وتوجد أحزمة الجبال فى كل القارات، فتنقل المثالج والأنهار الركام من خلال الأودية إلى أسفل المنحدرات حتى تستقر فوق السهول الساحلية إلى أن تصل حتى دالات الأنهار، وهى مناطق رسوبية معروفة عند فم النهر مثل أنهار الجانج والنيل والميسيبى والأمازون أو فى هولندا. وحتى هذه التراكمات الضخمة ما هى إلا رواسب مؤقتة حيث إنها تؤخذ مرة أخرى فى التيار الهابط حتى ينتهى بها المطاف على أرضية المحيط، ويسود التآكل فى مناطق الرفع والرسوبيات فى الأحواض الرسوبية الهابطة.

وقد أدرك هتون أن هذه النماذج من الارتفاعات والانخفاضات ليست ثابتة للأبد، ولكن سطح الأرض هو فى حالة حركة مستمرة. وعلى سبيل المثال فإن الطبقات الرأسية فى سيكار بوينت قد تم ترسيبها فى حوض هابط، ومنذ ذلك الحين فقد طويت ورفعت. وبالإضافة لذلك فإن هذا القسم يبين بشكل جملى تآكل الجبال تباعا وأن المنطقة كلها تحولت إلى حوض رسوبى. أما الحدود ما بين الكتلتين الرسوبيتين فليست سوى سطح متآكل قديم (الشكل ٣-٢ ج). ولو عشت فى هذا الزمن لكان يمكنك المشى فوقها. وبعد ذلك ساد الترسيب مرة أخرى حيث ألقى الركام الصخرى للجبال الشاهقة على السطح المتآكل العتيق فى سيكار بوينت وترسب فوقه (الشكل ٤-٢ د).

وهذا لاينهى بصفة كاملة قصة سيكار بوينت لأن الطبقات العليا أيضا لم تعد أفقية. فلابد من المرور بمرحلة ثانية أقل حدة من عمليات الطي والرفع التى تلت العمليات الأولى (الشكل ٣-٢ هـ). وحاليا فهذا الشاطئ هو مشهد للتآكل وهذه العملية تقطع فى صميم سيكار بوينت تماما خلال السطح المستوى الذى يفصل بين الركامين الرسوبيين. وذلك حتى يمكنك دراسة نقطة التماس بينهما بالتفصيل. والطبقة المنكشفة بسيكار بوينت تعد رمزا، حيث إنها تلخص نقطة الجدال فى هذا



الكتاب. فأول ما نراه هو شاطئ صخري مثل كثير غيره من حولنا. وفي روايتي فإن هذه الخبرة ستمثل الرؤية البعيدة للعلوم الأساسية. وحاليا وبشكل خاص فإن الصورة نفسها تجبر عقولنا على الترحال داخل أعماق الزمن وفهم العوالم العجيبة التي نشأنا نحن أيضًا منها. وبالسماح لعقولنا بالذهاب في رحلة قصيرة ما بين رؤية وأخرى ثم العودة لأننا نخضع للقوى المريحة للأسطورة العلمية.

### دورة الصخور

في ضوء معلوماتنا الحالية فإن تفسير هتون قد يبدو مدللًا على نفسه لأنه يصبح بالضرورة أن الافتراض البسيط بأن القوى الجيولوجية حين تعمل الآن، فهي تنتج أيضًا صخورًا من الماضي. ولكن هتون كان أول من طبق هذا المبدأ بتناغم، ولهذا فإن سيكار بوينت أصبحت أثرًا جيولوجيًا رئيسيًا. ويجب أن نتذكر أيضًا أن هذا التواء الصخري قد خدم كصورة توضيحية للمفهوم الواسع لدورة الصخور.



الشكل ٣-٣ دورة الصخور

ويمكنك أن ترى في الشكل (٣-٣) أن هتون قد تخيل أن إعادة تدوير السطح الخارجى للأرض هو القاعدة، وعلى يسار الشكل تجد على الأرض صخوراً جديدة تأتي باستمرار من هذا الأتون الجوفى العميق داخل الكوكب، وفور وصولها إلى السطح وتعرضها للجو ومياه المطر والجليد تتجوى وتجد طريقاً إلى المحيط. ومن هناك تتحرك إلى داخل أعماق الأرض، ويتم إعادتها للسطح مرة أخرى بعدئذ. ويكمن جمال هذه الفكرة في أنها تجمع كل أنواع الصخور والعمليات الجيولوجية في صورة عقلية واحدة. وكل أنواع الصخور الرئيسية مثل الصخور البركانية والمتحولة والرسوبية لها مكان منطقى في هذا الشكل، ويمكن للمرء على الفور أن يرى كيف تتحد أصولها معاً.

يجب علينا أن نقدر هتون كونه مكتشف دورة الصخور، هذه الفكرة التى مازالت تشكل أساس البحث الجيولوجى، برغم إثرائها بالطبع بكل الأبحاث منذ عهد هتون. وتعد هذه الفكرة فى القرن الثامن عشر فكرة ثورية لأنها اشتملت على مفهوم الفرن الداخلى فى داخل الأرض، وقد أوعز هتون لتلك الحرارة مسؤولة ذوبان الصخور وإنتاج الجرانيت والبازلت وما يماثلهما، ومسؤولة تشكيل الجبال والأحواض الرسوبية. وبهذا رأى الذى ندين له بنظم جيولوجية مهمة مثل علم الصخور والتكتونية يتعارض هتون بحدة مع النظرية الرائدة فى عصره والقائلة بأن كل الصخور قد نشأت فى المحيط.

### بصيص فرصة

أدرك هتون أن فكرته الخاصة بدورة الصخور تحمل مضامين تبعد عن آليات ديناميكية الأرض، وقد لاحظ مباشرة العديد من العمليات الأساسية فى مزرعته ومعدلاتها البطيئة مما جعله على دراية بعمق الزمن الجيولوجى. ولأول مرة فى التاريخ

قامت هذه النتيجة على أسس جيولوجية خالصة. وبما أن هذه الرؤية كانت تتعارض مع العقيدة السائدة بأن الخليقة عمرها نحو ٦٠٠٠ عام، فقد تكون أفضل إنجازاته الأساسية كما أسميها "الرؤية العالمية الحديثة" بما في ذلك تهميش الإنسانية الذي كان مميزًا لذلك الحدث. ففي تلك الأيام كان الكتاب المقدس في العالم المسيحي يعد المصدر المطلق للمعرفة، واضطر العلماء أن يأتوا بنظرياتهم بحيث تتوافق مع الإنجيل. وعلى رغم هذه العقيدة المنتشرة حينئذ فإن عالم الطبيعة والصناعات المعدنية جورج دو بافون قد حسب عمر الأرض ما بين ٧٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ سنة بدءًا من الفكرة القائلة بأن الكوكب قد أصبح صلبًا بالتبريد متحولاً من حالة السيولة الأصلية التي كان عليها. وقد ذكر في مخطوطته الأصلية عمراً أكبر للأرض على أنه ثلاثة ملايين سنة، ولكنه لم يجرؤ على الإفصاح بذلك، والوقوف أمام سلطة الكنيسة، وقد كان بافون في حاجة للحماية التي وجدها من الملك لويس الخامس عشر.

ولم يكن مفاجئاً أن أصبحت نظرية الأرض ويجب ألا نندهش فور وفاة هتون عام ١٧٩٧ هدفاً للهجوم الحاد من رجال الدين المسيحي خاصة. عندما اقترب عصر النهضة الأسكتلندي من نهايته وهددت الخلافات الدينية بإخماد ما تبصر به، وفي استعادة الماضي، فمن المذهل أن ندرك أن مساحة الفرصة أمام إرساء الجيولوجيا كانت بسيطة ونحن ندين كثيراً للمناخ الفكري في إدنبرة، حيث لم يضطر هتون للانشغال بالعقائد الدينية في عصره. وكانت النهضة الأسكتلندية هي الملاذ الفكري الذي مكّن هتون من تتبع نوازعه الخاصة. وفي هذه الآونة يميل المستنيرون للنظر إلى الدور الذي لعبته الكنيسة في أمور تتسم بالجور والانفعالية، وأنا شخصياً أشعر بأنهم لم يدركوا بشكل كافٍ ما هو كان مطروحاً على المحك.

أولاً:- وبشعور عام، يجب على المرء أن يقر بأن الأديان التوحيدية تشكل حجاباً واقياً يحمي ملايين البشر من الخوف المستمر الذي تثيره الرؤية العالمية التي تسبق مركزية الأرض والروح واهتمامها الاستحواذي بالوجود واللاهوت المتقلب.

ثانيًا: يجب ألا ينسى المرء أن الكنيسة بالنسبة لأغلبية الشعوب في أوروبا كانت المؤسسة الوحيدة التي تعطي لحياتهم معنى. وقد اعتبر علم اللاهوت أن كل جزء من العالم الحقيقي هو عامل في خلق الإله المقدس. وما فعله هتون هو تجاهله لهذا النظام الإلهي للأشياء ودراسة الصخور بنظامها الخاص، وبالنسبة للكنيسة كان ذلك يصل لمرتبة انتهاك للغموض الإلهي، ولحب الله لهذا العالم. وكذلك فك للرباط المقدس الذي حفظ العالم متماسكًا. وفي هذه الأيام كان مبدأ الطرد من هذا النظام الرئيسي مشكلة مريعة، وبالفعل كان كل زعماء عصر النهضة بمن فيهم العلماء والفلاسفة على غرار نيوتن من المسيحيين المخلصين.

وبالنظر إلى عمق الزمن، ابتعد هتون كثيرًا، ولا بد من أن وضعه الذي كان شديد الحساسية قد أضاف إليه الإحساس السامي الذي شعر به.

ومقارنتي اكتشاف هتون بانتهاك النظام الإلهي مخترقًا كل الحقائق التي قدّرها الإله نفسه، قد تساعد أيضًا في فهم الكراهية العميقة للعلوم والتكنولوجيا التي يشعر بها المتدينون اليوم، ولا فارق مع زمن هتون في أننا أصبحنا أكثر اعتمادًا وبلا حدود على العلوم والتكنولوجيا. ونظرًا لأن الثورة الصناعية كانت في مهبها في القرن التاسع عشر، لذلك كان من الصعوبة تجاهلها إذا ما قورن ذلك بوقتنا الحاضر، حيث يتم تجاهل العقائد الدينية السائدة. واليوم يقوم الإنتاج البشرى والنقل والرعاية الطبية والاتصالات على أساس الاكتشافات العلمية بشكل كبير، ولا يمكن للأرض أن تدعم كل هؤلاء البشر بدونها. ومن السخرية الاعتقاد بأن أسامة بن لادن عندما كان يرسل إحدى رسائله المسجلة للعالم، فإنه بذلك يكون قد كرم طوعًا أو كرهًا، نظرية الميكانيكا الكمية. ومن هنا ينهض العديد من التيارات اللاهوتية اليوم للبحث عن أنواع من المواءمة بين عقيدتهم ومتطلبات المجتمع الحديث.

هل كانت جيولوجيا هتون أمرًا واقعيًا ودينيًا كما هي لدى العديد من الجيولوجيين اليوم؟ بالطبع لا. فقد كان هتون ربوبيًا. وعلى الرغم من عدم اهتمامه

بقصص الإنجيل، فإنه مازال يؤمن بأنه في الماضي البعيد قام الإله بخلق المخلوقات بإبداع شديد، حتى إنه منذ النشأة الأولى يمكن لجلاله أن يتركها لإرادتها بدون أى تدخل لاحق. والتضاد بين الربوبية والعقيدة الإكليريكية السائدة يعد صارخاً، فالكنيسة تؤكد تدخل الإله وإن كان قد عرّف نفسه من خلال الإنجيل. أما الربوبية على الصعيد الآخر فتبقى قدرًا للاهوت الطبيعي بمعنى أن الطبيعة هي مفتاح التعرف على حكمة الآلهة وليس الإنجيل. في أثناء ذلك كان هتون مزارعاً وأثار اهتمامه الجيولوجي بصفة خاصة مشكلة كيفية تجديد الأراضي الزراعية لنفسها. وقد شهد كيف أن القوى الظاهرة السيئة المسيبة للتآكل تأتي بصفة مستمرة بإمدادات جديدة من التربة الخصبة للسطح، وهكذا فبالنسبة له أصبحت دورة الصخور جزءاً من الخطة الإلهية مع الطبيعة. وكانت الطبيعة طريقاً للحكمة الإلهية العظيمة، كل شيء له غرض، وكل شيء لم يخلق باطلاً، حتى لو ظلت الحكمة من ورائه غير واضحة وغامضة لنا نحن الزائلون. وهكذا كان بدء الربوبية وكذلك روح العلم الحديث وراء ميلاد الجيولوجيا. ويعد نثر هتون كقصيدة سرمدية للخالق ما يجعلها صعبة القراءة منا. وعقب وفاته بخمسة أعوام نشر حديثه الشاب جون بلايفير في عام ١٧٩٧ ملخصاً لأفكاره بعيداً عن اللون الديني. فقد أدرك بلايفير أن المعالجة الموضوعية فقط هي القادرة على إنقاذ النظرية من خطر النسيان، وقد استغرق الأمر عدة عقود قبل أن يدرك الجيولوجي تشارلز ليل الأهمية الكبيرة لأعمال هتون وإتاحتها لصالح جمهور عريض.

ويشير التاريخ الشخصي لهتون إلى مدى صعوبة إقناع العقل البشري بالتوافق مع الواقع. وفيما يخص الجيولوجيا فقد اتخذ الخطوة الأولى على الطريق الذي مازلنا نهتدى به ونتبعه. ويعد أثر نظرية هتون على الرؤية العالمية مذهلاً، فكما يقول جون بلايفير في كلماته، فإن العقل ينمو بسرعة مع القصة التي يستنبطها من الصخور. وحقا فإنها تشير إلى واقع وحقيقة لا يدركها عالمنا كحقيقة، ولكن لا يمكن فهمها على الفور

ويصعب تخيلها. وعندما نجعلها مفهومة نبدأ في إدراك الحقيقة بأن وجودنا عبثى وأن دلائل الواقع اليومي صادمة. وكان لهتون وأصدقائه تجربة سامية في ذلك اليوم في سيكار بوينت لا تختلف عن تجربة الصياد الناجي التي واجهها في الدوامة النرويجية أو تجربة رواد الفضاء في أبوللو ٨، عندما داروا حول القمر بكل شجاعة والتحدى للنواميس السماوية العلوية. هؤلاء الجيولوجيون الأوائل حددوا داخل العاصفة العملاقة للأرض.

ولقرون عدة كان يتم اعتبار تفسير هتون لسيكار بوينت ونظريته الخاصة بدورة الصخور أعظم إنجازاته للجيولوجيا. وتم نسيان أحد الأبعاد ولم تظهر سوى منذ أعوام قليلة ماضية. ففي مطبوعة عام ١٧٩٥، ادعى أن الأرض حية ويمكن مقارنتها بحيوان عملاق، وعلى ذلك فإن الطريقة المناسبة لدراسة هذا الكوكب هي الفسيولوجيا، وهو المجال الذي انشغل به خلال إقامته في جامعة ليدن. وهذا البيان لا يتفق نهائيا مع علم الجيولوجيا، حيث يأتي تحت الرؤية العالمية الحديثة. ومن المدهش أن ندرك أنها تلخص باقتدار الرؤية السامية للأرض، حيث ظهرت تقريبًا بعد قرنين من الزمان وطالعتنا لكوكبنا للمرة الأولى من الفضاء السحيق.

## ب - الجيولوجيا، الأسطورة والفنون في القرن التاسع عشر

يبدو أن الأمر صعب التصديق، ولكن من خلال جزء كبير من القرن التاسع عشر كانت الجيولوجيا أكثر العلوم جاذبية وأشهرها في الوجود. وتشير رييكا بيدل التي وضعت كتابًا لا يُنسى عن هذا الموضوع أن مثل هذا الولع بها استمر منذ عام ١٨٢٥ حتى عام ١٨٧٥ في الولايات المتحدة، وبدأ إلى حد ما مبكرًا في أوروبا، وخرج الأثرياء الأمريكيون في رحلات لجمع المعادن والحفريات للتفاخر بها أمام ضيوفهم بالمنزل، وإنك لتسمع في كل أرجاء الحقل صوت دق بالشاكوش. ولا يتعين

أن تكون مليونيرًا حتى تتحمس للصخور، وعندما كان جيولوجيون مشهورون مثل لويس أجاسيز أو تشارلز ليل يلقون محاضرة في مدن متوسطة الحجم بالولايات المتحدة، كانوا يتوقعون حضور جمع مهيب من ثلاثة آلاف شخص في أبهى حللهم من كل طبقات السكان، وكان يتم اختيار الأبحاث الجيولوجية بحرص. وتمتع المجتمع الجيولوجي بأوقات ذهبية، وهناك مزيج نادر من عوامل مختلفة كان مسئولاً عن هذه الشهرة العريضة للجيولوجيا. وفي المقام الأول تم استيعاب رسالة هتون بأن الصخور تقص روايات رائعة على مستوى كبير. وعلى نقيض البيولوجيا في تلك الأيام، كانت الجيولوجيا علمًا من علوم التاريخ، وكان من الممكن جمع النباتات والحيوانات والولع بها وتصنيفها، حيث إن معظم الناس اعتبروا نظرية داروين للنشوء نظرية بعيدة عن الأخذ بها بجدية. وعلى العكس، فالصخور مرتبطة بأحداث درامية من الماضي البعيد، وهذا الاهتمام أيضًا له صبغة دينية، فقصة الخليقة في الإنجيل توجد بعقل كل شخص، ولكنها لم تبين بالتفصيل كيف نظم الخالق العظيم هذا العالم بإبداع بحكمته اللامحدودة. وللمزيد من المعلومات يمكنك استشارة جيولوجي. وفي كلمات لويس أجاسيز فإن هذا الفرع من العلوم أتاح الفرصة لتعرف أفكار الإله نفسه "الموعظة في الحجر" كان هذا تعبيرًا مناسبًا، وهكذا فالجيولوجيون يمكن أن يوظفوا أعمالهم لخدمة الدين على الأقل في الأيام الأولى من هذه الفترة، ولاحقًا بدأ الناس في إدراك التباين بين النظرية الجيولوجية وقصة الخلق، فقد رأى البعض ذلك بمثابة صدام مع الجيولوجيا، في حين رآه آخرون يُعمّق من ولعهم بهذا العلم الجديد. ومهما كانت النتيجة لهذا القرار فإن العلوم وعلم اللاهوت كانا ومازالا مرتبطين جيدًا في تلك الأيام. وكانت ومازالت هناك أيضًا قضايا أخرى لصالح الجيولوجيا. إحداها السياحة، فأصبحت الرحلات الجيولوجية مشهورة كعملية ترقية وتثقيف. وهناك أيضًا سبب اقتصادي، فالعديد من الأمريكيين يحملون بأشياء لم تُكتشف بعد، وتنتظر تحت الأرض لاستغلالها. وقد تقدم الجيولوجيا نوعًا من الفهم الذي قد يساعدهم في

جمع هذه الثروات. ولكن أهم الدوافع والمحفزات هو ظهور القومية. بل وأكثر مما هو الحال عليه اليوم، فقد كانت أمريكا حينها قارة جديدة لا تقوى على التفاخر بحضارة قديمة مناسبة. فالأمريكيون الذين يرغبون في اكتشاف جذورهم كان عليهم الذهاب إلى العالم القديم - أوروبا. فهناك يمكنهم أن يجدوا الفنون والثقافة بوفرة بالإضافة إلى أطلال الآثار الرومانية واليونانية. ولكن بالنسبة للجيولوجى الإنجليزى تشارلز ليل فقد وجد أن هذا التواضع الأمريكى فى غير محله، وهو يقول أن ما أسماه الأوروبيون بكياسة بالعالم الجديد، كان فى الحقيقة العالم القديم. وقال إنه فى الوقت الذى كانت فيه أوروبا مازالت مغمورة تحت المحيط، كانت أمريكا طافية فوق الأمواج لمدة طويلة، فبأى تاريخ مهيب يمكن لهذه الأمة الكبيرة التفاخر بأوديتها وأحجارها الصفراء وصحرائها وسلاسل جبالها!

ألم تكن الأشجار الصنوبرية متوسطة الحجم أقدم من المسيح طفلاً؟ هذه الرسالة كانت كالموسيقى فى آذان الأمريكيين وكان وقت بناء الأمة عندما استوجب الأمر بث الروح فى هذه الأرض الجديدة - متناهية القدم.

فإذا استطاعت الجيولوجيا تحريك مثل هذه الأوتار الحساسة فى المجتمع الأمريكى، فلا يمكن أن يبقى الفن بعيداً، فبدأ العديد من الرسامين فى ملاحظة المعجزات الجيولوجية بأعينهم وتحويلها إلى لوحات. وقد اقتدوا بتعليقات جيولوجيين محنكين، وتعرفوا على أحدث ما تم التبصر به. ولم يمكنهم ذلك من الانطلاق فى طريقهم إلى وجدان الصفوة وتحسين وضعهم فى المجتمع فقط، بل حقق أيضاً الشعور العميق بالمثالية لتعزيز الصحة العامة، وكانت النتيجة مزيجاً رائعاً من المذهب الطبيعى شديد الحرص والعظات الدينية والعلوم والأسطورة. وقد أدرك هؤلاء الرسامون الأعمال العظيمة لله فى الطبيعة وتفاخروا بإعادة إنتاج الواقع بصدق قدر المستطاع. ولكن ما ظهر للوهلة الأولى وكأنه نسخة من الواقع، تحول ليصبح مُرتباً



بعناية، وكانت كل هذه الرسوم تُعد دلائل لأدق التفاصيل. حيث اعتقدوا في السلطة العليا للديناميكيات، وهى القصة السامية للصخور. وأكثر من أى شىء آخر كانت الجيولوجيا قادرة على إظهار حكمة الخالق فى النشوء الأبدى والفناء وهو ما يُعطى لوجودنا معنى.

وهكذا فإن الرؤية الشمولية لتوماس كول وفريدريك تشيرش و توماس موران قد أضافت بُعْداً إلهياً للمناظر الطبيعية الأمريكية وبقصصهم الرمزية الوطنية الغزيرة والمراجع الروحية، حيث كان لابد لهم من التأثير على المُشاهد وإقناعه بعدم أهمية وجوده وبانخراطه واندماجه فى التطور الكبير لموطن الآباء. وعلى النقيض، ركز أشر دوراند على قوة الأشياء الصغيرة، فالوادی الجمیل الذى يُزين جدولاً صافياً كالبللور (الكرستال) والحصوات التى شكلتها قوى المياه الضعيفة، والتنامى المفرط وازدهار حياة جديدة بين الخضرة، وتلك الأشعة الشمسية الصافية التى تُنير ما بين الأشجار، كل هذا دعا قاطنى المدينة الذين لا يهدون إلى طلب الغفران وقربهم من الله.

### صورة لدورة الصخور

وأخص نفسى فى مثال واحد، كما لو كنت من المشهيات، لهذا الفن الروحى الجيولوجى للمناظر الطبيعية، فقد اخترت لوحة *Cotopaxi* التى قام بعملها فريدريك تشيرش عام ١٨٦٢ وتَبَعْتُ التفسير الموثق فى كتاب رييكابيدل (اللوحة ٢ - شكل ١) وتم تلوين الصورة الزيتية فى أدنى أوقات الحرب الأهلية وقبل النصر النهائى، كان تشيرش من أتباع الاتحاد، وبهذا الرسم أراد أن يُعلم جماهير العامة فى نيويورك. ونحن نرى القوى العملاقة لدورة الصخور فى عملها فى هذه الصورة السامية للبركان الإكوادورى الثائر. وكأن سيكار بوينت، وهتون قد عادا للحياة. ويسبب الفرن الكائن فى عمق الأرض على هذا الكوكب ويلفظ تجمعات بركانية عملاقة ودخاناً

أسود كبريتيا إلى الجو، ويحيط بالبركان المرثى عن بُعد سهل من الحمم الضخمة، مزروعاً، ومجزأ بعدة أنهار.

وقوى عوامل التجوية والتعرية التى تعمل هنا تبلغ ذروتها عند الشلال والأرض الخصبة حيث تنمو الأشجار فى الجهة الأمامية إلى الشمالية، وعلى اليمين نلاحظ حائطاً من الرواسب الطبقيّة يعترضها النهر. وهكذا فكل عناصر دورة الصخور قد تم تصويرها فى هذه اللوحة.

وفى هذا اللون الأحمر الدموى للشمس والبحيرة الذى سببته سحب الدخان الأسود، ندرك القوى الكبيرة المسببة لهذه الظواهر. ولكن اللوحة لاتؤدى فقط لاستثارة مخاوف اللحظة، فنحن نرى أيضاً كيف أن شروق الشمس يخترق الظلام، ويصبغ السماء بلون أزرق ويغذى قوى الحياة الواهنة - النصر قريب - هذا هو الوعد فستحيا الأمة من خلال هذه المحنة وفى القريب ستبدأ حياة جديدة. والمجاز بدورة الصخور يعطى ألواناً عميقة لهذه الرسالة. فهنا أيضاً يلعب العنف دوره، وهذا جزء من حكمة الله فى خلقه وهو اللازم لاستمرارية الحياة، والتضحيات الكبرى ليست موجودة للأشياء، ولكنها جزء من خطة الله، فهم يحررون الشعب الأمريكى من خطاياهم ويقتحمون الطريق لبداية جديدة.

إلا أن هذا التضافر الحميم بين العلوم والفنون والدين والأيدىولوجيا لم يستطع الاستمرار طويلاً، فحول عام ١٨٧٥ جاء الحد الفاصل، وبادر فريدريك تشيرش بالفعل إلى التخلي عن كل التفسير الأدبى لكلمات الإنجيل، ولم تكن قصة النشوء بالنسبة له مقالاً علمياً على الإطلاق. فلماذا يزعم الله موسى على الجبل برؤية ومعرفة تاريخ الأرض؟ كل ما أراده الله كان إظهار نواياه مع بنى إسرائيل. ولذا فقد دعم القصة فى عملية الخلق فى ستة أيام. وبعد ذلك بكثير يمكننا أن نقرأ القصة كاملة، وبراجتنا من الصخور. ولهذا الغرض حفظ الله لنا الأرشفة الطبيعى، ففى تلك الأيام كان تشيرش وحلفاؤه مازالوا يجهلون نظرية النشوء لداروين.

وكانت فكرة نشوء الإنسانية من حيوانات أدنى بطريقة طبيعية فكرة بغیضة بالنسبة لهم، وبعیداً عن هذه المحاولة المتأنية، يوجد القليل من كلمات الإنجیل، وكانت هناك أيضاً مقاومة لهذا الدمج الإجباری بین العلم والدين. وعلى سبیل المثال اعتقد بادن باول، المعروف بأنه مؤسس الكشف بوجوب منح الجیولوجیین الحرية لتطوير علومهم بدون تبریر نتائجهم على ضوء دينی. ولكن بالنسبة لفريدريك تشيرش كان ذلك يدفع بالأمور بعيداً.

## الانشقاق

یرجع السبب في هذه الفقرة بین الدين والفن والجیولوجیا أخيراً إلى ما طرأ من التزید والمغالاة في الحرفية في هذا العلم، وقد تسارعت الاكتشافات على مستوى أعلى من مستوى استعداد العامة وقدرتهم على مواكبتها. اقتصر الجیولوجيون على مناقشة بعضهم بعضاً وأصبحت لغتهم صعبة الفهم. وجاءت الصحف المهنية المتخصصة، وتعين على الناس الدخول في تدريب متخصص إذا أرادوا أن يؤخذ بما يقولون وما يسمعون على محمل الجد. وتم القضاء على الفن كوسيلة للتواصل الجیولوجی. وأصبحت الملاحظة الموضوعية المحايدة معياراً، وأصبح لدى الجیولوجیین ثقة أكبر في التصوير الفوتوغرافي، ومنحنى أجهزة القياس. ولهذا السبب أيضاً فقدت الصفوة العلمانية الأمريكية اهتمامها. وفي هذا الوقت استعادوا ثقتهم الكبيرة بالنفس وزاد توجههم إلى أوروبا. وبدأ الفنانون التركيز على الخبرة الذاتية الانطباعية والتجريد.

وعملت الجیولوجیا على توخي مصالحها. وهذه الإمكانيّة الاقتصادية لهذا المجال خاصة في الاستغلال والبحث عن المواد الخام، أصبحت في المقدمة كقوى دافعة رئيسية لمزيد من التنمية لها. ومنذ ذلك الوقت وحتى الآن يضاف دمج الصناعة في العلم قوة عليه، وتراجعت العوامل الدينية والسياحية والقومية للوراء كأثار من

الماضى وتم توفير التمويل الكبير للبحث والتنمية المستقبلية، أما القدرات الجيولوجية فقد خلقت لتحصيل العلوم البحتة والتعليم المهني للعاملين في مجال الجيولوجيا.

وهذه الروابط المتينة بين العلم والصناعة، دفعت بسفينة التكنولوجيا كى تبحر في مياه مختلفة. وكانت المصالح الضخمة على المحك، وكان يمكن أن يصدر عن الأحكام الخاطئة انعكاسات مالية مهمة. وبالطبع لا يمكن أن نتحاشى الأخطاء، فكل العلوم لا تتقدم سوى من خلال التجربة والخطأ. ولكن منذ هذا الحين فصاعدا وضعت الجيولوجيا تحت نظام قاسٍ، حيث كان يتعين اختبار كل الأفكار بشدة قبل إعلانها وتطبيقها، وانتهى زمن التكهن المنطلق بلا حدود. وتم السماح باستمرار المناقشات حول المضامين الأيديولوجية والدينية إلا أنه تم إقصاؤها عن الأنشطة الرئيسية للجيولوجيين. وهكذا تحت تأثير الضغوط الاقتصادية وتحرير الجيولوجيا، وهذا المستوى من الانفصال الذى استطاعت أن تدرك العلوم من خلاله موضوعها، جعلها حرة في المضى قدما وبخطوات واسعة.

### بوفارد وبيكوشيت

على الرغم من أن كتاب ريكا بيدل وما فيه من نص جيد ورسوم توضيحية غزيرة، قد أغراني بتركيز هذه المناقشة حول الجيولوجيا في أمريكا خلال القرن التاسع عشر، فإنها تبقى كرسالة نمطية للدكتوراه ونموذجاً من النوع الذى لا يثير الكثير من الجدل الذى يعد سمة من سمات الأكاديميين هذه الأيام. وعلينا أن ننقب في المادة التوضيحية من الزمن الماضى للتوصل إلى تحليل أعمق لمزيج القرن التاسع عشر من العلم والخرافة، ونقدم تحليلاً لا يدعو لآى شك حول نوايا هذا الكتاب الذى تقرأه. وأشير إلى "بوفارد وبيكوشيت" وهى الرواية الأخيرة التى لم تنته والتى كتبها الكاتب الفرنسى العظيم جوستاف فلوبر.

وكما يحدث فإن التطورات بأمريكا التي وصفتها منذ قليل، نجد لها نظيرًا مماثلاً على الجانب الآخر من الأطلنطي. ففي زمن فلوبير في الفترة من عام ١٨٢١ حتى عام ١٨٨٠ التي تتواكب مع الفترة التي تمتعت فيها العلوم والجيولوجيا بالذات بموجة غير عادية من الشعبية، وقصة انشغاله العلمي، إنما تعكس نفس التغيرات في إدراك وفهم مذكرته آنفاً. وقد تميز أسلوبه بأنه خليط من الواقع والرومانسية متعرضاً بحيادية لأعمق المشاعر الحميمة. وخرجت أكثر أعماله شهرة وهي رواية مدام بوفاري، في لون من التفاصيل شديدة الحساسية والإتقان التي تفتتنا كثيراً، إلى الحد الذي نفقد فيه أنفسنا في عالم الهذيان داخل عقولنا بحساسية مفرطة، بل ولدرجة المشاركة في نهايتها التراجيدية. وتجسد روايات فلوبير التوتر المعقد بين العلم والأسطورة وهو ما أناقشه على مدار هذا الكتاب - وتعرض بشكل درامي التجرد والحيادية مما يمكن معه تعميق قوة العاطفة. وكما تبين كلودين كوهين في تحليلها الراجح فإن "بوفارد وبيكوشيت يعيدان كتابة العلوم" (١٩٩٨ و ٣٧-٨ و *Aliage*)، فإن فلوبير قد شارك في بث الثقة العامة بالعلوم بفضل دقته، وآمن بأن العلم يجب أن يكون مبدأ في الأدب. ولكن في أواخر أيامه تبخر هذا الإيمان، بل وملاه الشعور بالاشمئزاز وعدم الراحة. وكان هذا هو الوقت الذي انفصل فيه العلم عن الأسطورة في الجيولوجيا الأمريكية. وكانت رواية فلوبير قد صدرت في الفترة منذ عام ١٨٤٠ إلى ١٨٥٠. وكان ذلك في ذروة الاهتمام العام بالعلوم، ويمثل بوفارد وبيكوشيت في القرن التاسع عشر آلات الطباعة حيث قضيا أيامهما في نسخ الوثائق التي يغطيها التراب في المكاتب المظلمة بباريس، وبعدها يعطيها التراث ممارسة ما كانا يتوقان دائماً لعمله والوصول له: أن يصبحا عالمين راقين حقيقيين واستقرا في ريف نورماندي - وهو ما يراه فلوبير أوج الريف - وأسساً شبكة تعليمية للهواة حول البلاد وناقشا أبحاثهما على ضوء الكتب العلمية العامة. وقد جمعا مجموعات من كل الموضوعات التي تلفت النظر وقاما بأكثر التجارب أهمية، وتفحصا الريف حولهما

وتناقشا في المعرفة الواسعة مع مواطني القرية البارزين. وتعد قصة البدين والنحيف "بوفار وبيكوشيت" رؤية كوميدية لفلوبير مثل أوليفر هاردى وستان لوريل. فكل ما يقومون به تكون نهايته كارثية. وأقل إحباطًا يجعلهما يتخذان قرارهما بالتحول إلى حقل آخر للمعرفة. وقائمة انشغالاتهما لا تنتهى في الزراعة، وحفظ الأغذية، والكيمياء، والطب، والبيولوجيا، والجيولوجيا، والآثار، والهندسة المعمارية، والأدب، واللاهوت. وهكذا فكل ما مرت علينا من معلومات وملاحظات ستكون موسوعة لاحقًا، يتم من خلالها اطلاعنا على حقول العلم المعاصر، ولكنها في صورة عامية دارجة.

ويجب علينا ألا نندهش لاحتلال الجيولوجيا والباليتولوجيا مكانة بارزة في الكتاب. فلبعض الوقت يدخل بوفارد وبيكوشيت في الأدب الجيولوجي، ولكنها يخلطان النصوص مع الوثائق العتيقة ويضعان كل ثقتهم في الأدب الشعبي، ويصيحان غير ملوثين بهذه الثروة الخيالية من الأفكار المتناقضة. فالتحديد والمآسى عند كوفير تأتي على النقيض من النظريات التحولية عند ليل ولامارك، والنبوتونية على نقيض البلوتونية. وكل المناظرات السائدة في تلك الأيام كانت تتردد في عقولهما المعذبة. ولإتبعنا من إيجاد الإجابات النهائية بأنفسهما، فقد كانا يقومون بمغامرات في مجال عملهما باحثين عن الحفريات والمعادن ودلائل أخرى. وبسعادة ساخرة ينسخ فلوبير تقريبًا كتابًا إرشاديا عن الكيفية التي يجب أن يكون عليها الجيولوجي في حقل عمله، من لباسه إلى تصرفاته، فنحن نرى أبطالنا يحومون حول سواحل نورماندى ويبدون مثل خيال المآة حاملين جرابًا للأدوات وشواكيش وأزاميل وملفات وكماشات تخرج من كل اتجاه وبوفارد مسلح بشمسية ذات فروع متعددة في حين أن بيكوشيت يحمل عمودًا طوله ٦ أقدام ليستند عليه.

وفي يوم كئيب بينما هما يسيران على طول الشاطئ تحت المنحدر الصخري الأبيض في أتريبات، وكانا يتناقشان عن مدى فظاعة الكوارث الدورية التي تبتل الأرض بها، والتي تأتي فجأة لتقطع وتنتهي هذه الفترات الطويلة من الاستقرار والازدهار. وفجأة صرف بوفارد خياله وأصبح مأخوذاً بنوبة حقيقية من القلق تجاه العالم، فلنفترض أن نورماندى أو حتى أوروبا كلها بلعتها النيران المركزية للأرض؟ أو اجتاحتها وابل من الحصى يأتي من المنحدرات فيخيفه ليفقد صوابه، ويرتطم فاقداً شمسيته المتعددة الفروع وجرابه المتنفخ يتخبط وراء ظهره، ويعدو مثل سلحفاة ذات أجنحة بين الصخور، ويصرخ بيكوشيت: قف، قف! إن عصرنا لم ينته إلا أن بوفارد قد اختفى عن البصر. ويبدأ بيكوشيت بتسلك المنحدرات ليجد صديقه، ولكن أصاب رأسه الدوار لأول وهلة من الكارثة، للدرجة التي يمكن معها أن يتخلى عن كل أدواته ويزحف إلى بر الأمان على يديه وركبتيه. وعقب عثورهما على بعضهما البعض بفترة وجيزة وبكامل عافيتهما، وقعت عيونهما على مقال بإحدى الصحف يشير إلى أنه في غضون هذا الوقت تم البعد عن نظرية كوفير الخاصة بالكوارث واستبعادها، وأن التغيرات التي تؤثر في الأرض لا بد وأن تأتي تدريجياً، وعلى الرغم من أن هذه الرسالة تأتي براحة كبيرة، فإن الإطاحة بعرش كوفير الذي يعدونه بطلاً جيولوجياً متقدماً يبعث على الإحباط بشكل كبير. وقد قررا أن هذا غير كافٍ، فإذا كان علم الجيولوجيا لا يُعتمد عليه فعليهم أن يعملوا شيئاً آخر. وفي الفصل التالى يجدون أنفسهم علماء آثار.

وبكل وضوح فإن ما يظهره فلوير في هذا الكتاب هو إنتاج لكل التحالف السهل بين العلم والأسطورة. وخلال نصف قرن من تدخل العامة في أمور العلم، كانت العواقب والمضار السلبية أكبر من الإيجابية - مما عرض المغامرة كلها للخطر، فرحلات بوفارد وبيكوشيت تحول الموسوعة الرائعة من الاستشارة إلى كاريكاتير، وأبطالنا يدخلون في ذكريات شعرية وردية من التاريخ الجيولوجى، في وقت كانت العلوم فيه في أولى خطواتها المترددة تجاه تفسير سجل الصخور. وهذا التكاثف غير

الممحص للأسطورة يصوّر العلوم في شكل أحق، ويقوض من وضعها الاجتماعي. وهذا كما أرى هو السبب الرئيسى لنهاية شعبية الجيولوجيا المفاجئة في عام ١٨٧٠.

وبالنسبة للقارئ اليوم، فإن التكرار المتناهي للرؤى العلمية الظاهرية والأوهام تجعل من كتاب فلووير وثيقة أكثر مللاً. ويتعجب المرء من السبب الذى يدعو واحداً من أعظم العقول في عالم الأدب، لقضاء عشر سنوات من حياته في جمع الوثائق الضخمة، حول ما يبدو الآن كمحاكاة ساخرة ضعيفة، ورغم ذلك فعلينا ألا ننسى أن فلووير في هذا الكتاب يقدم رؤية شاملة لكل الموضوعات الرئيسية في وقته والأفكار التى كثيراً ما دارت حولها نقاشات عامة على مستوى واسع بالنسبة لمعاصريه. كذلك فإن هذا العمل لا بد أنه كان أكثر من مزاح ساخر، وأيضاً كان دُشاً بارداً وضربة خطيرة لإيمانهم الراسخ العميق.

ولذا فلا يوجد لدى أدنى شك أن طموح بوفارد وبيكوشيت قد ذهب لما وراء السخرية البحتة للهواة. وهذا الكتاب يعكس مدى الإحباط الذى عانى منه أحد أعظم المفكرين في القرن التاسع عشر. فقد آمن طوال حياته بالعلم والتقدم، ولكنه الآن يعترف بأنه كان ضحية الوهم. وهذا الكتاب ملئ بالمرارة والاحتقار والسخرية إزاء المشروع العلمى بأكمله. وعندما رأى النور بعد سنوات طويلة من وفاة فلووير كانت ردود الأفعال فاترة. ربما كانت المواجهة شديدة الألم إلى حد ما! وعليه، فماذا يمكن أن تكون تلك الصلة بين بوفارد وبيكوشيت وبيننا نحن المستنيرين من مواطنى القرن الحادى والعشرين؟ فلحسن حظنا أن الرباط بين العلم والخرافة في القرن التاسع عشر قد انفصل تاركاً الفرصة للبحث في التقدم بحرية. وفيما حولنا، نرى النتائج المذهلة الناجمة عن هذه الجهود الحثيثة. نحن مغمورون في مكان متوسط بين العلم والتكنولوجيا وهو شديد التعقيد بشكل غير مسبوق، مما لا يترك أى مساحة لارتباك فلووير. وهذا ما يبدو على الأقل، وكلما نتوغل في أسطورة التقدم والنمو،



يظهر هذا العلم تهديدات غير معروفة في أيام فلوبيير، وأشير إلى أسباب القلق العالمي، وهذا الخوف العميق، من العيش في كوكب لا يمكن التحكم في التغيرات التي تطرأ عليه. وأكثر من ذى قبل فنحن نشوق للتوجيه والأسطورة. إلا أنه عند استكشاف مدى الراحة التي تأتي من النظرة المابعدية للعلوم، كما أفعل أنا في هذا الكتاب، فنحن نحفظ جيدًا التحذير الذى أطلقه بوفارد وبيكوشيت في خلفية أذهاننا. والقصة العظيمة لكوكبنا التي تبدو وكأنها أتت من الاستقصاءات التفصيلية غير المحدودة لنظم متعددة قد تكون مجرد فبركة غادرة، والعزاء الذى يبدو فيها قد يكون نتاج التعلل بالأمنيات.

فهل تم الاحتيال علينا في جولة جديدة من علم الأساطير الخاطيء؟ من المبكر جدا قول ذلك. ولمساعدتك على التفكير في هذه المسألة، أقترح التجربة. ففي الفصل الخامس سأناقش تاريخ الحجر الجيري، وهو موضوع متختم بالمعاني الأسطورية انظر أيضًا الفصل الثامن. فقد قضيت الكثير من حياتي العملية في جمع هذه القصص معًا، وفي نهاية الكتاب في الجزء المتضمن للتعليقات والملاحظات والمزيد من القراءات، سألقى الضوء على القليل من الشكوك ذات الأولوية. وكما سنرى فإن قصة الحجر الجيري ليست جزءا من العلوم الراسخة التي يمكن بناؤها بثقة. وعلى الرغم من أنها تشرح كثيرًا من الملاحظات التي قمت بها على مدار الأعوام، فإن هناك أسئلة جوهرية ظلت دون إجابة. وقد ينظر المرء إليها كمجموعة من الفرضيات والمنطلقات لمزيد من الأبحاث. وكل أمل أن يأخذ علماء آخرون على عاتقهم هذا التحدي حتى يمكن تحديث القصة وتأسيس مضمونها الأسطوري بشكل أكثر حزمًا. ولكن يجب ألا أذهب بعيدًا عن قصتي، فبعد كل ذلك كنا نناقش العلوم وعلم الأساطير الجيولوجية في القرن التاسع عشر. وكما رأينا انسحبت الجيولوجيا قرضًا من المشهد الأساطيري حتى نهاية هذه الفترة. وموضوع هذا الكتاب يهدف في الوقت الراهن إلى إعادة تأسيس هذه العلاقة، وحتى يحدث ذلك في كلا المجالين، العلم والأسطورة؛

يجب أن يطرأ عليها تحولات طويلة. وفيما يلي سأناقش هذه التطورات بقدر الاهتمام بعلوم الأرض. أولاً كان على الجيولوجيا تأكيد بناء نفسها كعلم مستقل، ونتيجة لذلك كان عليها أن تمر على المؤثرات التي تكسر القاعدة للرؤية العالمية السامية. والآن فقط بعد أن طرأت هذه التحولات يمكن أن تحصل العلوم على مستوى من النضج، ولكنها تبدأ بإعادة الصلة في توصيل مضمون أسطوري جديد مدهش.

### جـ- الجيولوجيا سابقة للرؤية العالمية السامية

في مطلع هذا الكتاب قدمت عوالم على سطح المكتب وصورة لبروز الأرض كأيقونات لما أسميته بالحدثة والرؤية العالمية السامية. ولكن الأمثلة على البصيرة الجيولوجية لهتون في القرن التاسع عشر، تبين أن هذا الاختيار كان من جانب واحد. فكل الرمزين لم يعودا سوى بلقطات فوتوغرافية تمثل فقط الحالة الراهنة للكوكب، في حين أن الجيولوجيا تسمح بتعميق درجة التباين نهائياً من خلال إضافة أعماق الزمن.

ويجب ألا ننسى مع ذلك، كيف كان الفهم للزمن الجيولوجي في القرن الثامن عشر والتاسع عشر غير مناسب، وقد رأى هتون تاريخ الأرض كالطاحونة مع دورة الصخور التي تلف وتدور بشكل غير متناهٍ، فور أن وضعها الخالق في وضع الحركة. وكان إلهامه ميكانيكياً في حين أن فكرة تطور الأرض الفريدة وغير المعكوسة التي تتوارد إلى عقولنا في الوقت الحالي بصورة طبيعية، لم تكن مألوفة كثيراً بالنسبة له. وكان منهجه الذي يقوم على أن الحاضر مفتاح الماضي متوائماً مع هذا المفهوم الخاص بالحالة الثابتة للكوكب. هناك حركة في كل مكان حولنا، إلا أن الأرض ظلت كما هي بشكل أساسي. وقد طور تشارلز ليل خليفة هتون العظيم هذه الرؤية في القرن التاسع عشر، وكان يميل أيضاً لاعتبار تاريخ الأرض هو تتابع لا ينتهي من الأشياء المختلفة حول موضوع واحد، وجوهري، كذلك فإن هتون وليل كانا يجبان النظر لتاريخ الأرض كنتيجة لتفاعل قوانين الفيزياء العكسية. وفي تفهم لم يسبقهما إليه أحد من

قبل. توافرت لهؤلاء المؤسسين العظماء للجيولوجيا الجبرأة للنظر في عمق هذا الاضطراب العظيم لهذا الكوكب، ولكن نظرا لتأخر الإدراك كان مستوى التجرد الذى حققاه بدائيا.

ولكن كيف كانت الرؤية التى جاء بها تشارلز داروين عام ١٨٥٩ فى أصل الأنواع أمرا مختلفا! أدرك داروين أن الطاحونة الدائرة بدون توقف لا يمكنها إنتاج مثل هذه التعقيدات الواسعة للحياة. وإذا أراد المرء تحاشي مفهوم التدخل الإلهي فإن التفسير الوحيد المتبقى كان فى أنها عملية تغير تراكمى خطوة بخطوة. والنشوء عملية تطور (الشكل ١-١).

ولكنها ليست كعالم طاحونة هتون وليل، ويجب أن أضيف أن هذا التساج للهندسة الميكانيكية ليس عادلا فى الحكم على الجدل المحنك لداروين. فربما أراد لعجلة تطوره أن تخطى وتنتج كل أنواع الاختلافات بين الأفراد فى كل جيل. وهذا الذى يتمخض عن العجلة يسمح للتنوع بالنشوء، وهكذا يمكن للانتقاء الطبيعى أن يؤثر ويقوم بعزل الكائن الحى غير المناسب. وفى واقع الأمر فإن عجلة الحياة يجب أن تكون جيدة بالقدر الذى يسمح بحدوث تغير تراكمى فى الأجيال المتعاقبة. وحتى يعمل النشوء والتطور، يجب أن تكون ذريته قادرة على الوقوف على أكتاف العملاقة.

وما ظهر من هذه الرؤى المتضادة حول التاريخ البيولوجى والجيولوجى، كان منهجا ذا مسار مزدوج تجاه الأرض، مع وجود حياة تتطور فى وسط عالم الطاحون. وكان يعتقد أن تفاعل القوى الفيزيكية البحتة ينتج عنه تنوع لا نهاية له من الظروف البيئية المختلفة، ودوران الكرة الأرضية ليس للحياة سلطان عليه، ولكن يمكنها التأقلم معه. هذه الرؤية المهجنة عكست الميل العام للعلوم سابقة السامية، التى تفصل العلوم وتدرس الظاهرة فى معزل بعيدا عن نسقها. ونحن ندرك الطرائق العلمية التى ظهرت فى القرن السابع عشر على يد ديكارت، وأذكر أن أسلوبه فى البحث كان غير واضح، وذلك عندما درست الجيولوجيا فى النصف الثانى من الخمسينيات فى القرن العشرين قبل ظهور الرؤية العالمية السامية.

## قطع وأجزاء

عندما كنت شابًا اكتشفت بالفعل أن العلم يخفى وعدًا بالسحر والأسطورة. وقد قمت بمحض الصدفة بتهشيم صخرة عادية على جانب الطريق، فإذا لدهشتي الشديدة أجد صدفة بحرية جميلة تظهر أمامي. وعلى الفور أدركت أن هذه الصخرة كانت كائنًا حيا من ماضي بعيد وغامض، وأننى أول إنسان يراها. هذه التجربة أعادتني لموطنى فى ومضة، وأعطانى ذلك إحساسًا غامرًا بالانتماء، وعرفت أننى جزء من عالم أكبر مما كنت أتخيله، وعقب ذلك صممت على دراسة الجيولوجيا وكنت على يقين أننى سأصبح عالمًا فى الباليانتولوجيا (علم البحث عن الحياة فى العصور الجيولوجية السالفة عن طريق دراسة الحفريات). ولكن عند وصولى للجامعة لم يكن هذا المجال هو ما كنت أتوقعه. فقد كان كل ما يهم هو تفسير الصخور فى إطار تاريخها الفيزيائى. ففى الباليانتولوجيا كانت دراسة الحفريات تقريبا شيئا ثانويا لهذا النشاط، والحفريات كانت خير معين فى تفسير السجل الجيولوجى، وذلك لأنه من الممكن استخدامها لتحديد عصر الصخور التى احتوتها وزمنها. وهكذا فقد كان على علماء الباليانتولوجيا جمع الحفريات من المواقع وتصنيفها فى المعمل (المختبر) من خلال مقارنتها مع الأنواع الموصوفة فى المطبوعات. وكانت الفكرة الأساسية نتيجة طبيعية لتطور الحياة: فكل فترة لها الكائنات الحية الخاصة بها، وهكذا بوضع مجموعتك الخاصة من الحفريات فى التصنيف المعد، يمكنك مع بعض الحظ والتوفيق أن تطابق الصخور على مقياس الزمن الجيولوجى، وبكل تأكيد فإن الجيولوجيا لم تكن لتتقدم هكذا بدون هذه الشبكة الدولية المتخصصة فى تحديد العصر الجيولوجى من دراسة الحفريات. ولكن كانت نتيجة تقسيم العمل بين الجيولوجيين والباليانتولوجيين، أنهم لم يعودوا ينظرون للصخور والحفريات كرواة للقصص، بل كأشياء حقيقية صغيرة وشائعة.

وينظرة خاطفة لكتبي القديمة أقتنع بأن مشرط ديكارت قد مزَّق الجيولوجيا إلى مزيد من الأجزاء. وهكذا فعلى الرغم من أن المبدأ الذى يشكل أساسًا لتفسير هتون لسيكار بوينت كان لا يزال فى عنفوانه، فإن ما تبقى من فكرته العظيمة الموحدة بأن الصخور التى قد أعيد تدويرها كان قليلًا. (الشكل ٣-٢).

وقد أظهر هتون كيف أن كل الصخور المختلفة وطياتها وصدوعها (فوالقها) يمكن أن نتخيلها كمكونات من أحد النظم الفردية، ولكنه فى أيامى كانت هذه الظواهر يتم مناقشتها فى كتب منفصلة. وكانت معظم أقسام الجيولوجيا مقسمة بطريقة مماثلة. وتم تدريب الطلاب على أن يصبحوا جزءا فى واحد من هذه النظم. وأعتقد أن حظ هتون هو المسؤول عن معرفته الضئيلة، ففى أيام دراستى تراكم كم هائل من المعرفة. ولم يكن الزمن فى حينها قد نضج بشكل كافٍ ليربط كل القطع والأجزاء معًا فى مركّب واحد، إلا أننا نحن الجيولوجيين كان لنا الحظ لأننا قضينا وقتًا طويلاً فى الجبال لدراسة المواد الحقيقية وهناك اكتشفنا أن الطبيعة كانت أفضل بشكل غير محدد من كل كتبنا معًا. فالقواطع الاصطناعية التى أعاقَت عقولنا سرعان ما ذابت على مستوى الميدان، ولذلك أدركنا بالبديهية أن علمنا كان أفضل العلوم إثارة بين العلوم كلها.

وفى إحدى المناسبات تم إرسال ثلاثين منا إلى جبال شمال إسبانيا. وقسّم الأستاذ الخريطة الطبوغرافية العادية للمنطقة إلى فُسيفساء من أماكن صغيرة وأعطى جزءًا لكل طالبين، وكان الهدف هو أن نرسم على الخريطة مكان الصخور ثم نردها إلى التاريخ الجيولوجى للمنطقة، وفى نهاية التدريب عقب ستة أسابيع، كنا نجتمع لمقارنة نتائجنا، وقد ارتعبنا حيث وجدنا أن الخرائط المتجاورة نادرًا ما تتماثل، وأن معظم ما جمعناه من تاريخ كان متناقضًا. وقد ظهر كل شىء مستقيماً، ولكننا أضربنا الآن على دراية بأن الصعوبة التى تقف فى تحدٍ، هى العمل الجيولوجى اليدوى. فيجب أن تكون

قادرًا على التفكير والتخيل في أربعة أبعاد، ثلاثة للفضاء (للفراغ) وواحدة للزمن ويمكن أن تصبح الجيولوجيا تدريجيًا معيقًا للذهن، والناس نادرًا ما يدركون أن وراء كل خريطة جيولوجية تشتريها من مكتبة، يوجد العديد من الجولات التي يقوم بها جيولوجيون من ذوى الخبرة ولديهم كثير من الفكر العميق.

فإذا كان من الصعب للغاية اكتشاف حتى ولو جزءًا دقيقًا من الأرض، فما الذى نعرفه عن الكوكب ككل؟ والإجابة هى: لا شئ فعليًا. فالجيولوجيا كانت علمًا يُجهل موضوعه. والعدد القليل من الجيولوجيين الذين فكروا في الأمور الخاصة بالعالم، تم طردهم واعتبارهم شعراء متعلقين بالأرض، حيث لم يتوافر لديهم مادة لإثبات أن ما يقولونه صحيحًا أو خاطئًا، وكان الأمل في أن دمج كل المعرفة الإقليمية سيساعد على ظهور الرؤية الشاملة للكوكب على أوسع مستوى بشكل فعلى تمامًا، مثلما اعتمدت العوالم ذات مرة على الخرائط الفردية.

ولكن صعوبة إضافة البعد الزمنى لديناميكية العلم، بدت غير مذللة، فما القدر الذى نعرفه عن التاريخ الجيولوجى؟ الإجابة: النزر اليسير.

وقد ركز الجيولوجيون على جزء من تاريخ الأرض بحفريات مرشدة بوضوح. فهذا يغطى الجزء الأخير فقط من الزمن الجيولوجى أى نحو الثمن وتم تجاهل الباقي كله. وتم تركه جانبًا لأنه في غياب الحفريات كان يصعب وضع تواريخ للصخور.

فالجيولوجيا مع عدم وجود نظرية حول موضوعها، ورؤية غير مكتملة للتاريخ الخاص بالكوكب، وجيولوجيا غير متماسكة، تم فصلها إلى نظم متنامية ثابتة ومتعددة، ورؤية ذات مسار ثنائى للحياة وبيئتها، مع كل ذلك، هل هناك أى متعة لترى نفسك بالعمل في هذا المجال؟ دعنى أؤكد لك لقد كانت خرافية، فعندما كنا في وسط ذلك كله، لم نلاحظ أيا من هذه العيوب، ولم نكن نعبأ بميكانيكا العالم أو تاريخ الأرض كله. وكل ما كان في أيدينا ظل لغزًا مبهرًا، حول تاريخ الجبال في إسبانيا

أوجبال الألب، وعن العصر الجليدى فى هولندا، أو الحفريات فى العصر الديفونى  
وكان تحليلى لوضع الجيولوجيا فى أواخر الخمسينيات وبداية الستينيات من القرن  
العشرين ليس أكثر من معلومات مدركة مؤخرًا، وأكثر الأمور سخرية هو أننا لم يكن  
لدينا أبسط المفاهيم للثورة العظيمة التى كانت بصدد الحدوث.

## الفصل الرابع

### اكتشاف الأرض

#### أ- معجزات وتعقيدات

دعنا نفترض بأننا سرب من الملائكة يهبط على الأرض من الفضاء. فعلى مدار وقت طويل، كان لدينا القليل الذى نفعله عبر عد النجوم ومراقبة الكواكب التى تمر بنا. وبأمانة كانت الرحلة تبعث على السأم، وتسم بالرتابة، ولكن أخيرا ها هى هناك، إنها الأرض. كان المشهد ساميًا فلأول مرة فى رحلتنا الطويلة نشعر بشغف ولهفة لمعرفة ما يدور داخل هذا المجال الملون. وقد التزمنا بالتعليمات الإلهية، وبدون تردد هبطنا وسط ساحة "دى سو برشلونة" فى إسبانيا أمام الكاتدرائية العتيقة. لقد كان وقت الربيع حين يُحتفى بعيد القربان، وهو اليوم الذى تقاسم فيه المسيح لحمه ودمه مع البشرية. وفى الصباح أشرقت الشمس على الميدان الذى كانت به فرقة موسيقية تعزف لحن "السر دانا" واصطف الجمع فى دوائر واسعة ليرقصوا على أنغامها الشهيرة. وبالطبع فقد ظللنا غير مرتئين للبشر، ولم نلق بالآلهوهم ولم نكثرث أيضًا بالنظر إلى واجهة الكاتدرائية التى ترجع للعصر النيو - القوطى. ولم نضع وقتنا وقمنا بالطواف حول الكاتدرائية خلال الشوارع الضيقة حتى وصلنا لحديقة الدير. كانت هناك نافورة فى الوسط تزينها الزهور الملونة من أعلاها لإخضتها، وانتظرنا كبيرنا جبرائيل ليأخذ بيضة الدجاجة من تحت عباءته، ويبطء شديد مثل الناسك البوذى نهض ليضع البيضة على فوهة المياه الضيقة المتدفقة من النافورة لتظل ترقص طوال



الوقت مع تيار المياه من أسفل لأعلى. وانتهت مهمتنا فقمنا بترتيل بعض الترانيم وعدنا سريعاً إلى السموات، وفي أثناء صعودنا شاهدنا التفاف الجموع حول البيضة الراقصة وقد اعتقدوا أنها معجزة وعلامة على أن الإله لا ينسى هذا العالم، وكان بين الجموع رجل وطفلة، وكان فيزيائياً متخصصاً في ميكانيكا السوائل، وقال: لا تلق بالاً لذلك فهؤلاء الأغبياء يؤمنون بالمعجزات وأنا علمتك بأنه لا توجد معجزات، وقانون "برنولي" يفسر تلك الظاهرة. وأجاب الطفل قائلاً: إن هذا لا يجعلها تمثل أى معجزة بالنسبة لى.

وحينما تذهب إلى برشلونة لا تنسى أن تزور البيضة الراقصة فستذكرك بأنه مازال هناك معجزات على الأرض. وكلما نظرت حولك وجدت بيضاً راقصاً فى كل مكان، لهباً متأججة ودوامات خافقة وزوابع ذات بريق وأنهاراً متعرجة وكثباناً رملية جميعها غير مستقرة، ويقترب من حد التفكك. وتَمَاماً مثلما هو الحال مع البيضة الراقصة التى تظل فى الهواء بفعل تدفق المياه، فهم أيضاً يحتاجون إلى قوة دافعة مستمرة لتحافظ على تماسكهم. قد يسهل التفسير ولكنه لن يكون مفاجئاً لهم، ولو قليلاً، وكيف لا تترك البيضة المياه ولا تخرجها الرياح عن مسارها؟

إذا تصورت أن هذه الظواهر ليست معجزات كافية فيمكنك أن ترى الأشياء ونشوءها وتطورها والكائنات التى تعيش ملايين السنين وتأتى فى أعداد كبيرة وكثيفة على هذا الكوكب. نحن نعيش فى عالم المعجزات ويجب أن ندرك أن كل شىء حولنا ليس عادياً كما نعتقد ولكنه عجيب وعبثى ومثير. مرحباً برؤية العالم من منظور رفيع. فعندما كنت صغيراً سادت النظرة الحديثة للعالم وتم تقسيمه إلى حقيقة وعجائب. واتخذ العلم من الحقيقة ميداناً له، وكانت وظيفته وقف كل ما هو سام، وعمل على توسيع نطاقه من خلال تحويل كل ما يبدو كمعجزة عجيبة إلى منتج بسيط يخضع لقوانين الطبيعة. وهكذا استطاع أن يصل العالم الحقيقى بالتكنولوجيا والحضارة.

وكانت أرض العجائب بقايا المملكة من الأشياء التى قاومت، وكانت منتجًا من الخيال الذى كان بمرتبة دنيا عن الدين والفلسفة والأدب. وقد اختفى هذا التقسيم البسيط عند رؤية صورة فوتوغرافية للأرض عصفت بالصورة التى لدينا عن كروية الأرض. وفى لحظة تحول العالم من أرض الحقائق إلى أرض العجائب، وخلف الذعر والهلع توجهنا الانفصالي وتهكمننا على ثقافة قمع كل ما هو عظيم ويحظى بكل الثقة. وكانت قوة هذه الصدمة كافية لتغيير مسيرة العلم. وبدأ ذلك التناقض المعقد الدائم، وجوده بأذهاننا فى رفض تجارب كل العلوم.

وقد قضى الفيلسوف الفرنسى إدجار مورين معظم حياته فى تحليل هذه التعقيدات بكل ظواهرها من الممارسات الأساسية إلى المنظومة البيولوجية والعلاقات الإنسانية. فهو على قناعة بأن العالم الحقيقى ليس مُعقدًا فقط لأنه مُركب، ولكن المطروح على المحك، هو مسألة العلاقات بين الكيانات فى العالم الحقيقى التى تتسم بالعداء، وفى الوقت نفسه بالتكامل. فالسبب والأثر متضادان، وهى فى الوقت نفسه أيضًا، على علاقة وطيدة وحميمة. العقل يفرز أفكارًا من شأنها تغيير العقل، والطبيعة تفرز الثقافة، والثقافة تغير الطبيعة. الفوضى تخلق النظام والعكس. وقد تخلق الأسطورة العلم، ويخلق العلم الأسطورة. وهذا التأكيد على الطبيعة المتناقضة للحقيقة هو ما يغير رؤيتنا، وفى حين أن العلم فى الرؤية الحديثة يقوم بأشياء عجيبة تبدو طبيعية من خلال تفتيتها ودراسة كل جزء على حدة، نرى العلم من وجهة النظر السامية يجعل الأشياء تبدو مُعقدة من خلال وضعها فى سياقها، بل إن عملية تبديد الخرافة نفسها وجد فيها تعقيدات، لأن إحلال الغموض من خلال فهم ما هو معلوم، يُحدد مواطن الغموض التى تستدعى التحقق. ويجب أن يقول المرء إن العديد من الإبهام فى العلم قد يأتى من الاكتشافات لمشاكل جديدة، وللتغلغل إلى أعماق تراجع المجهول، وهو ما اضطر العلماء العصريين إلى تفتيت الحقيقة إلى عدد كبير من

العناصر، بحيث يكون كل عنصر قابلاً للملاحظة والبحث التجريبي. وكان نجاح هذا المشروع كبيراً، ولكنه حطم الصورة التي لدينا عن الحقيقة. وقد قدم العلم الحديث رؤية عالمية مقسمة إلى ذرات وقطع، وهو ما أدى لعدم فعاليتها. وبالنسبة لوجهة النظر السامية العالمية فإن التعقيد المحير للعالم الحقيقي قد أصبح الغموض السائد الذي يتعين مطاردته، ووفقاً لذلك يحل فهم متكامل جديد مكان الرؤية العالمية القديمة. ولا ينبغي الاعتقاد في النتيجة النهائية بأن هذه الاتجاهات المتباينة من التحليل والتركيبات حصرية. ومرة أخرى فعلاقتهم مُركبة وعدائية ومكملة لبعضها البعض، فالاتجاه التحليلي يدعو للتركيب كما رأينا، ولكن على الصعيد الآخر سيفسر ويتحول إلى تلويح رخيص، إذا ما لم يتم دعمه وبقوة بالأبحاث التحليلية. ودائماً ما يسيران جنباً إلى جنب، ولذا فالقوارق بين الأساليب العلمية الحديثة والسامية لا بد من مراعاتها والتركيز عليها. وهكذا فإن نظرية التعقيد لم تنجم عن كآبة الستينيات. وقد كان العلم مُتخماً بهذه الأفكار قبل ظهور الرؤية العالمية السامية على الساحة، وعلى سبيل المثال، يرجع اكتشاف الميكانيكا الكمية إلى أن الضوء يأتي كذرات وأمواج إلى بدايات القرن العشرين، وكل ما أراه هو أنه عند ظهور الرؤية العالمية السامية تراجع التيار الديكارتي إلى حين سيطرت نظرية التعقيد إلى حد كبير.

ومفتاح نظرية التعقيد هو النشوء، ولزيد من التوضيح أذكر العزف على البيانو. وهو بصفحات حاشدة يبدأ بنوت موسيقية مكدسة وأنت تجلس أمام الآلة وتحول النوتة المكتوبة إلى نغمات مسموعة قدر المستطاع. وتكون النتيجة مرعبة حتى ولو نجحت في أداء كل النغمات كل النوت بنفس النسق الصحيح وفي الوقت المحدد، وذلك بسبب عدم وجود علاقات بينها، وتواجه أنت المتاعب في محاولة لتصحيح ووضع كل شيء في مكانه، حتى إنه لا يمكنك الاندماج بإحساسك فتقوم بعزف المقطوعة مرات ومرات لتصل إلى ما هو أفضل. وعندما تقرر الاستسلام تحدث المعجزة، يبدأ اللحن في الغناء وتبرز النغمة الأساسية قليلاً وتعلو الدرجة قليلاً هنا،

وتكون أسرع هناك. تقل التفاصيل ولكن رويدًا رويدًا تظهر منظومة مكونة من كل هذه العلامات الموسيقية تحملك بعيدًا بعيدًا. وفي النهاية تترابط كل الأشياء وتشعر كأنك تطير. في مثل تلك اللحظة تنشأ الموسيقى من العلامات وهذا المزيج يكون في كل ماحولنا، ونطبق هذا المصطلح بشكل نموذجي على الكيانات التي تتكون من عدة كتل وهياكل. أمّا على المستوى الفردي فإن أجزاء هذا المكون لا تعرض الملكية أو المنتج الناشئ وإنما هي مجرد ظهور نتيجة التجمع في أعداد كبيرة، وعلى سبيل المثال سيولة المياه التي تختفي في جزيئات الماء الفردية، تصبح خاصية ناشئة عند جمع عدد كبير منها في مجرى مائي. وعلى نفس المنهج تنشأ نظم الطاقة الشمسية عند انهيار غيمة من الغازات والتراب بفعل الجاذبية، وتنشأ الذرات من الجسيمات الابتدائية بمراكز النجوم، ونشأت الحياة على الأرض من اللا حياة ومن الطاقة، وتنشأ الجزيئات من الذرات تحت شروط التبريد، ونشأت أشكال حياة جديدة من القديمة من خلال التنوع والاختيار الطبيعي، ونشأ البشر من أجدادهم من الحيوانات في غابات السافانا الأفريقية. وفي حقيقة الأمر فالواقع متخم بهذا الخلق الناشئ الغريب، والظهور غير المتوقع للظواهر الغريبة، ويتعجب المرء إذا ما كان مبدأ النشوء ليس علمًا وأنه مجرد عنوان يناسب أي شيء. ولكن هيئات إنه ليس كذلك، ويرجع ذلك لعدة أسباب، أولاً فملكية مثل المقابر قد توجد بين ركائز البناء. وثانيًا افترض أن العالم الحقيقي يأتي نتيجة التفاعل بين القوى الكائنة بالعقل والتي تُفرق بين معجزات وبين ما هو ناتج عن التدخل الإلهي.

وهذا يُذكّرنا بأن السببية الحاسمة التي أتى بها علم ديكارت القديم بشأن الرؤية العالمية الحديثة، إنما هي ذات استخدامات محدودة. وتحت الظروف التجريبية وشروطها، عندما تسمح بحدوث تغير لشيء متغير واحد فقط، مع الحفاظ على ثبات الآخرين فيمكن عندها تحديد السبب والأثر.

ولكننا لن نعرف أبدًا ما يسبب خروج الموسيقى من مجموعة نوت موسيقية. وأخيرًا فالإدراك بأن الحقيقة تنشأ قضي على الفكرة القديمة الخاصة بترتيب العلوم،

فتأتى الفيزياء الجزيئية والرياضيات في المقدمة تليها البيولوجيا أو علم الأرض في رتبة أقل ثم العلوم الإنسانية مثل علم الاجتماع، الذى يأتى عند قاعدة الهرم.

هذه المقدمة البسيطة حول المعجزات والتعقيدات ضرورية لإعدادنا لمواجهة أثر الرؤية السامية العالمية حول علوم الأرض، وقد تغير هذا المجال بشكل يصعب استيعابه، فقد سمح للجيولوجيين بتوحيد جهودهم مع العلماء من فئات أخرى كثيرة في محاولة لاكتشاف الأرض في إشرافاتها السامية. وأقترح هنا أن تسمح هذه الاكتشافات الجارية للإنسانية كلها بمواجهة الاضطراب الناشئ عن التغيرات الكونية بحيادية كبيرة.

## ب- الجيولوجيا تكتشف الأرض

إذا كان فى استطاعة البيضة الرقص فى برشلونة، فلا بد أن الأرض تتأرجح، وعلى أى حال فالبيضة تدفعها فوهة واحدة يتدفق منها الماء ويجعلها فى حالة رقص دائمة، أما هذا الكوكب ففيه مصدران للطاقة. هما الأشعة الشمسية والضغط الحرارى الداخلى الناجم عن الإشعاع المنبثق، جراء التفاعل فى باطن الأرض. والحقيقة أن هذا النفط المضاعف لا يكفى لنشوء الأشياء، ولا بد من وجود نظام مناسب من شروط أخرى، لأن ذلك يعد ضرورة. وعلى سبيل المثال، إذا كان هذا الكوكب شديد البرودة أو شديد الحرارة، فلن يحدث الكثير، وكل شىء يجب أن يكون فى نصابه، وهذا هو الحال بالنسبة للأرض. فكل شىء هنا يأتى على غرار ما يحدث للبيضة الراقصة، أو أنه كما يقول العلماء أبعد كثيرًا عن التوازن.

ويبدو أنه من الصعوبة تخيل الأرض الصلبة فى حالة تأرجحها، ولا عجب أن استغرق الجيولوجيون قرنين من الزمان لمعرفة ما يحدث. ولم يكن ما أثار النفس ما رآه الجيولوجيون كطريقة مناسبة، وذلك عندما كنت طالبًا، بل اختلف الحائرون حول

الخريطة الجيولوجية الكونية. وقد جاءت الألواح التكتونية مفاجأة كبرى من حيث لا نعلم، وهى فى حد ذاتها بيضة راقصة. وتنطبق هذه النظرية بشكل مطلق على أى شىء ناشئ، وقد ظهرت فى صورة مرتبة ذاتياً وذلك بمساعدة بسيطة من بعض العلماء بالاستعانة بقليل من الملاحظات التى كانت تعد هامشية من وجهة النظر الجيولوجية. وقد نجحت فى حركة واحدة بالإطاحة بكل الخيالات القديمة حول حركة العالم، وقلبت الجيولوجيا رأساً على عقب. فقد كان البحث لفترات طويلة وصفيًا وعلى الرؤية، ولكن الألواح التكتونية ركزت على التاريخ الحركى الديناميكى للكوكب كله، وأصبحت الظواهر البسيطة مكونات متماسكة فى نظام عالمى شامل.

وتعد الخريطة الجيولوجية لشرق الولايات المتحدة خير دليل على ماهية الألواح التكتونية. وتمثل منطقة الشمال الشرقى - الجنوب الغربى والممتدة فى شرائط ضيقة فى جبال الأبلاتش مكاناً لتجمع صخرى لصخور مشوهة ومشققة من العصر القديم، وقد تعتبرون ذلك جذراً لحزام جبالى عتيق، وقد يكون فى الماضى البعيد جبلاً أعلى من جبال الهيمالايا، ولكن تم تأكلها مع الوقت. وفى الوقت الحالى، إذا عقدنا مقارنة، نجد أن جبال الأبلاتش الحالية تم تشكيلها وتكوينها من خلال عملية إعادة تجديد بسيط للسلسلة القديمة، وقد انتهى المطاف بعملية تمخضت عن تآكل هذه الجبال العظيمة إلى الحيد الرأسى للمواد الرسوبية الصغيرة، التى تحيط بالحزام المركزى كسلسلة متمركزة للهالات التى تظهر على الخريطة. وهذه العملية المتساوية مازالت متواصلة، حيث إن التجمعات الرسوبية يتم غسلها على حافة البحر، ومن هناك تنتقل إلى مراوح رسوبية هائلة على أرضية الأطلنطى العميق. وعملية "عدم التوافق الجيولوجى" هو المصطلح الجيولوجى لمثل هذه التركيبات ذات الطبقات الأفقية فى منطقة المركز وضلع من الانقراض حولها. وقد شاهدنا مثلاً لذلك فى نقطة "سيكار" فى شرق أسكتلندة وهو ما أوحى إلى هتون بفكرته حول دورة الصخور كما جاء فى شكل ١-٣، ٢-٣. وعلى المدى البعيد فهذه جيولوجيا جيدة برغم قدمها. ولكن

الألواح التكتونية أضفت شيئاً أساسياً للصورة وهو أن عدم اتساق وتوافق جبال  
الآبلاش ونقطة سيكار قد جاء نتيجة غلق محيط سابق وانحيار القارتين اللتين تحدهما،  
وهذا الحدث المفاجئ هو الذى عمل على ضغط الطبقات كما تضغط مفرش المائدة بين  
يديك.



#### شكـل ٤-١

خريطة جيولوجية لشرق الولايات المتحدة الأمريكية توضح وجود عدم توافق زاوى كبير بين جذر صخور قديمة حدثت لها عمليات تحات مع طبقات رأسية فى جبال الأبلاتش، ويرى غطاء من طبقات أفقية لركام صخرى نتيجة لعملية تحات فى الجزء الجنوبي من الشكل .



التصادم القارى: تعد جبال الأبلش قريبة من حافة القارة التى يجب ألا تكون فى الوسط مع القارات الأصلية أو على جوانبها، وفى الحقيقة كانت هناك منذ زمن بعيد وقبل وجود الأطلنطى، ففى ذلك الحين اختفى المحيط نهائيا وقد كان مغلقا بأطلال القارات المحيطة. وها نحن نرى الآن مضامين تدعو للدهشة، فجبال الأبلش ونقطة سيكار كانوا يتمتعون لشيء واحد ولنفس سلسلة الجبال ونفس القارة الجبارة، وفتح محيط مع أوروبا و فرق النصفين بعيدا. هذا المحيط هو الأطلنطى مع أوروبا شاملا نقطة سيكار، من ناحية أمريكا وشاملا الأبلش فى الناحية الأخرى. والأطلنطى هو المتلقى الحالى للأنقاض المتآكلة للقارتين، والآن دعنا نضبط التواريخ فقد اختفى أول محيط منذ ٤٨٠ مليون سنة، وكان الجبل العظيم هناك منذ ٢٩٠ مليون سنة، وبدأ ظهور المحيط الأطلنطى منذ ١٥٠ مليون سنة. لذا فالكثير من الأحداث قد طرأت خلال الـ ٣٣٠ مليون سنة، ولكن القول بأن الأرض تتأرجح ببطء هو أمر مبالغ فيه. وعلى أى الأحوال فإن انتشار المحيطات أو انحسارها يأتى بنفس معدل نمو أظافر الأصابع. ومع ذلك فالجيولوجيون عادة ما يطيلون التفكير، وهذا يتوافق مع الملاحظة والمشاهدة الطويلة للأشياء التى تأتى فى هذا الكتاب. وعلى مدار بليون سنة من الزمن، نجد لدينا الكوكب المتأرجح وعلى مدار ملايين الأعوام سيصبح لدينا رقصة الفوكس التى تتردد ببطء، وعلى المستوى الإنسانى لا يحدث شيء تقريبا، سوى الزلازل أو البراكين أو التسونامى. وما يجب تذكره أيضا هو أن هذا النوع من الحركة يستمر فى العالم كله، وكل المحيطات تمتد وتنحسر طوال الوقت فى حين أن القارات تطفو على سطح الأرض ببطء وثبات. وهذا يذكرنا بعمل الفنان الألماني "فرانز جون" "جداول تورنج" فانت تدخل فى غرفة مظلمة مساحتها ٣ X ٤ أمتار على أحد جدرانها ترى الكمبيوتر وهو يطبع قوائم بأسماء المدن حول العالم، وهذه هى الأماكن التى تسجل فيها الزلازل، وكل البيانات الخاصة بهذه الذبذبات يتم جمعها على الهواء مباشرة من جهاز كمبيوتر رئيسى مركزه كاليفورنيا. ولفرانز جون مدخل مباشر لهذا

الكمبيوتر. ويقوم كمبيوتر فرانز بتحويل الإشارات والذبذبات إلى أصوات مسموعة فور وصولها، ومن كل مكان تسمع زئيراً عميقاً ورعداً وأصواتاً شديدة ويمكن أن تجلس على صندوق الصوت في وسط هذه الحجرة وتشعر بالذبذبات المصاحبة للزلازل، وبعد فترة تشعر بأنك تضعه في رحم الأرض الأم وتحس بها في أعماقها.

وهذا الارتباط المباشر بالزلازل وقت حدوثها في كل أنحاء العالم يشكل دراما حقيقية. ولا بد أن ندرك أن تصادم الألواح التكتونية قد استمر نحو ٢.٧ ملايين سنة دون أى توقف، وكان قبل هذا الوقت يسود نظام مختلف وأكثر اضطراباً.

### مبدأ الألواح التكتونية

تأتى روعة نظرية الألواح التكتونية فى الآلية الرائعة البسيطة لنشاطها كما فى الشكل ٤-٢ فالحرارة المتولدة عن الاضمحلال الإشعاعى فى باطن الأرض هى القوى المحركة، وهى التى تسبب فى دوران الصخور اللدنة فى أعماق الأرض، مثلما تفعل تيارات الحمل فى حركة المياه فى إناء به ماء يغلى على النار. وهذه التيارات الجوفية تحرك الغلاف الهش. وكل الارتفاعات الكبيرة فى بحار العالم هى مناطق انتشار، حيث تتدفق الحمم من الأعماق وتتحول إلى صورة صلبة لتشكل قشرة محيطية هشة جديدة، وتدفع اللوحين على الجانبين بعيداً عن بعضهما أكثر وأكثر. وهذه المادة المحيطية الثقيلة تعود إلى أعماق الأرض فى مناطق الانغماس التى يوجد معظمها اليوم حول المحيط الهادى، وتتراكم باستمرار نواتج التآكلات الأخف وزناً على أرضية المحيط، وفى مناطق الانغماس ترتفع هذه الأشياء عن اللوح النازل وتعود إلى القارة. وبعض هذه المواد يعود إلى الأعماق حيث يتحول إلى صخور متحولة أو حتى تصهر لتكون لابة، تتحرك بدورها لتعود إلى التجمع القارى، حيث يتم غسل التآكلات لمدد طويلة، وتنتهى فى صورة صخور نارية صلبة أو رواسب بركانية. وتعد الألواح التكتونية

بمثابة عربة دائرة باستمرار وللملايين السنوات وتعمل على التخلص برفق من الحرارة الداخلية. وهي فريدة من نوعها فنحن لا نعرفها بهذا الشكل فى أى كوكب آخر أو القمر أو فى نظام المجموعة الشمسية. وحتى الآن فإننا ننظر إليها على أنها ظاهرة ناشئة ومعجزة تماثل البيضة الراقصة فى برشلونة، فهي توجد فى مجموعتها غير المتماثلة بسبب تدفق الطاقة من قاع الأرض إلى الفضاء. ونظرية الألواح التكتونية تعيد إلى الأذهان دورة الصخور وفكرة هتون، وهي فكرة رائعة، نسيها الجيولوجيون منذ كنت طالبًا فى الخمسينيات. ولكن الفكرة الحديثة للدورة ليست مطابقة للفكرة القديمة. أولاً: لأنها أصبحت فى الوقت الحالى مشبعة وغنية بالتفاصيل الرائعة وكل أنواع الصخور المعروفة بدءاً من صخور البريدوتيت إلى البازلت الموجود فى المحيطات والجرانيت خفيف الوزن والرمال والصلصال والحجر الجيرى بالقارة، كلها يمكن رصدها فى مكان محدد فى دورة الصخور الحديثة وكل يلعب دورًا فى عملية التدوير الكبرى.

ثانيًا: جعلت الألواح التكتونية الدورة حلزونية الشكل، وهي لا تعود مرة أخرى أبدًا إلى مكانها الأصلى، ومع كل دورة تتمخض عنها أشياء خفيفة، وعلى ذلك يتزايد حجم القارات بانتظام عبر الدهور، وهناك اتجاه فى عملية التطور ونشوء الصخور فالآلة تعمل (الشكل ١-١). وكان أكثر شىء صادم لى هو ظهور النظرية الخاصة بديناميكية الكون فى الوقت الذى رأينا فيه الكوكب من أعماقه، وفى نفس وقت ظهور الرؤية العالمية السامية، وكان هذا عندما اكتشف الجيولوجيون الأرض.



شكل ٤-٢: مبدأ نظرية الألواح التكتونية

## جـ- نشأة علوم نظام الأرض

إذا كانت هذه الأرض الصلبة تثير الدهشة، فكذلك الهواء والماء. فالأرض في النظام الشمسى هى الوحيدة التى بها ماء سائل على السطح حيث تغطى مياه المحيطات  $\frac{2}{3}$  سطحها الخارجى، فيما عدا المساحات القليلة، وعندما يبدو جزء كبير من سطح الكوكب مغطى بالثلوج، سيكون هو المشهد الذى استمر لثلاثة أو أربعة بلايين عام. فهل يعود ذلك لأن الأرض تقع على مسافة مناسبة من الشمس، أم أنها بمحض الصدفة تتلقى الجرعة المناسبة من الأشعة الشمسية للمحافظة على سطحها بدرجات تتفاوت من الصفر وحتى ١٠٠ درجة مئوية؟ والذين يؤمنون بذلك لديهم التفسير.

أولاً: نحن نعرف أن شدة الإشعاع الشمسى قد زادت نحو ٢٠٪ خلال المدة الطويلة من الزمان، وهذه الزيادة كفيلة بتحويل الكوكب من حالة التجمد إلى حالة قاحلة.

ثانياً: وجود أثر ملموس لثانى أكسيد الكربون المنبعث من حالة الاحتباس الحرارى إلى الغلاف الجوى، وذلك لأن الكربون كله يحدث له انحباس فى الأرض الصلبة فى صورة حجر جبرى أو مواد عضوية. وإذا كانت هذه الخزانات العملاقة ستسرب إلى الغلاف الجوى كما حدث فى فينوس كوكب الزهرة، فإن ثانى أكسيد الكربون سيحجز الكثير من الطاقة الشمسية حتى يصبح المكان جحيمياً. ولا بد من وجود شيء معين هو الذى يحافظ على درجة الحرارة ويحمل الكربون لداخل الأرض.

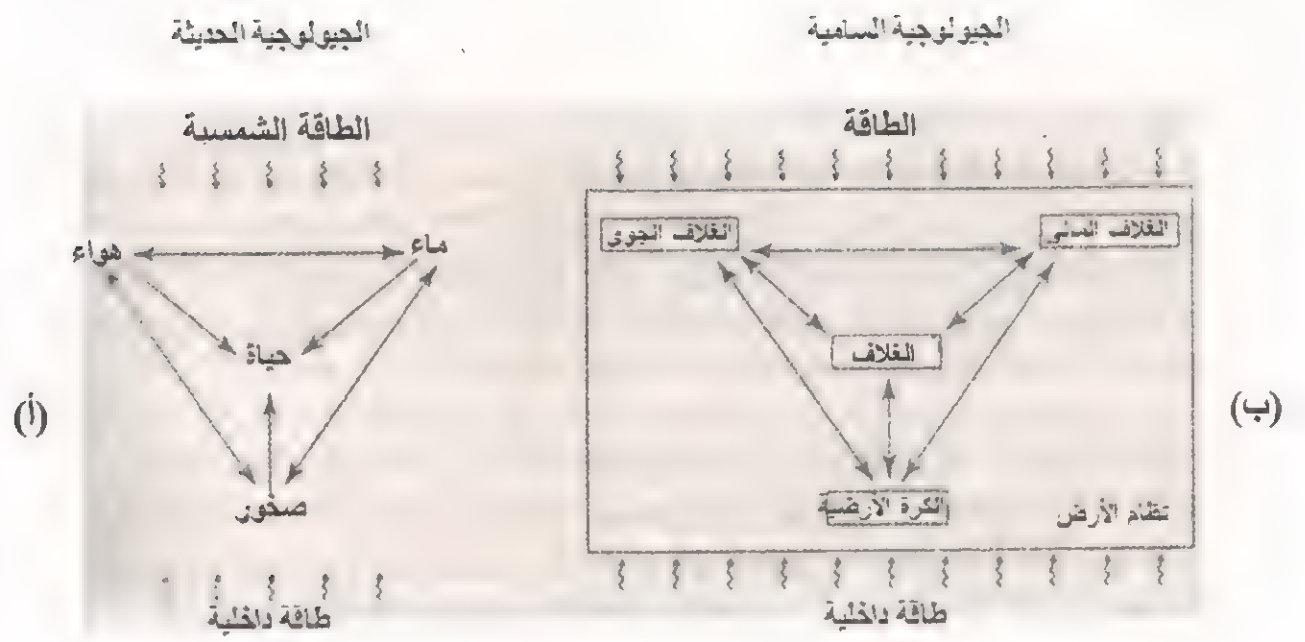
أما بالنسبة للغلاف الجوى، فهو مميز وينفرد بوجود نسبة قليلة جداً من ثانى أكسيد الكربون، ويحتوى أيضاً على مزيج غريب من الغازات المتفاعلة مثل الأكسجين والنروجين والميثان، وحين تتفاعل يتهاوى الناتج عنها على القارات وداخل المحيط، وهكذا يتركب الغلاف الجوى، وهذا يعنى ضرورة وجود شيء مستمر لملء

الاحتياطي الغلافى. وهذه الملاحظات البسيطة قد تكفى لإقناعك بأن الأرض الصلبة والمحيطات والغلاف الجوى يسرون على منهج البيضة الراقصة، حيث يحفظهم في حالتهم غير المتماثلة تدفق الحرارة الداخلية والإشعاع الشمسى. وبدون هذه القوى من الطاقة سيحدث لهم توازن. وما لم أتطرق إليه هو الملامح المذهلة لكل ما هو على وجه الأرض؛ العدد الكونى للجزيئات الدقيقة والخلايا والحيوانات والنباتات والبشر والنظم البيئية والمجال الجوى. فكل هذا قد صُنع من مواد بسيطة تم ضخها حولنا من خلال دورة الصخور. والكائنات الحية لها القدرة على اقتفاء أثر الكيمائيات المتعددة عند مرورها بهم، وقد تقوم بأخذها أو لفظها طبقاً لحاجتها. وإذا تم السماح لها بالدخول يتم التعامل معها ومعالجتها من خلال نظام صارم أشد تعقيداً من أكبر مصنع شيده الإنسان، فيتم وضعها داخل كيمائيات أخرى حيث يتم تدويرها من خلالها. وهكذا حتى يتم إلقاؤها كفضلات في داخل البيئة. وخلال تلك العملية فهم سلبون تماماً وتصبح الكيمائيات مكونات ذات وظيفة محددة في هذه المنظومة العملية. إنه لفكر مبهر أن تدور هذه المنظومة بدون قائد أو قواعد، فلا يوجد بها مجلس إدارة أو قيادة، ورغم ذلك تسير العملية على أكمل وجه وبشكل رائع. ومنظومة الحياة هى قمة النشوء أو خلاصة بلايين الأحداث التى تمر من جيل إلى جيل على مدى بلايين السنين.

والحفاظ عليها ليس بغير جدوى، ولكن له ثمن، تماماً مثل البيضة الراقصة في برشلونة التى ترتفع بسبب تدفق المياه المستمر من النافورة إلى البالوعة، والأرض يمكن أن تحافظ على تكاملها فقط من خلال زيادة درجة عدم الاستقرار في البيئة على أوسع المستويات وهكذا. وبعد استخدامها يشع جزء كبير من الطاقة التى تم جمعها على الأرض عائداً إلى السطح على شكل حرارة منخفضة. وعدم الاستقرار والفوضى حق للكوكب، ويمكن أن يظهر نظام فقط على المستوى المحلى ما دام يعزز التوزيع الكلى للتشتيت.

## الأرض والنظام

كما رأينا سابقًا، فإن الطاقة تتدفق من داخل الأرض والشمس لتحافظ على المكونات الفردية لهذا الكوكب... وهى الأرض الصلبة، والمحيط الهيدروولوجى والغلاف الجوى والمحيط الحيوى وتجعلهم فى نفس حالة البيضة الراقصة معطية لهم جميع الخواص الناشئة. وهذه المجالات الأربعة لا تعمل فى معزل عن بعضها بعضا ولكنها تتفاعل معًا. فأى تغيير يطرأ على أحدها ينعكس على الآخرين، وهذا يزيد من تعقيدات الأرض، ويأتى بتجاوزات فى الخواص الناشئة للنظام ككل، ومن المنطقى اعتبار الأرض كنظام وكيان متماسك ذى مكونات متفاعلة. ولمزيد من الدقة، فالنظام نصف مغلق: الطاقة قد تأتى وتذهب ولكن كم المواد الذى يتم تبادله مع الفضاء مهمل. وهذا يشير إلى أنه خلال بلايين السنين كان النظام يميل للتدوير. وهذا العالم اللامعقول الذى أدركه رواد الفضاء فى رحلاتهم معناه أن وطنهم أصبح أيقونة للرؤية العالمية السامية الجديدة. وأصبح أيضًا مادة للجيولوجيا التى تم تحديثها "علم نظام الأرض" شكل ٤-٣.

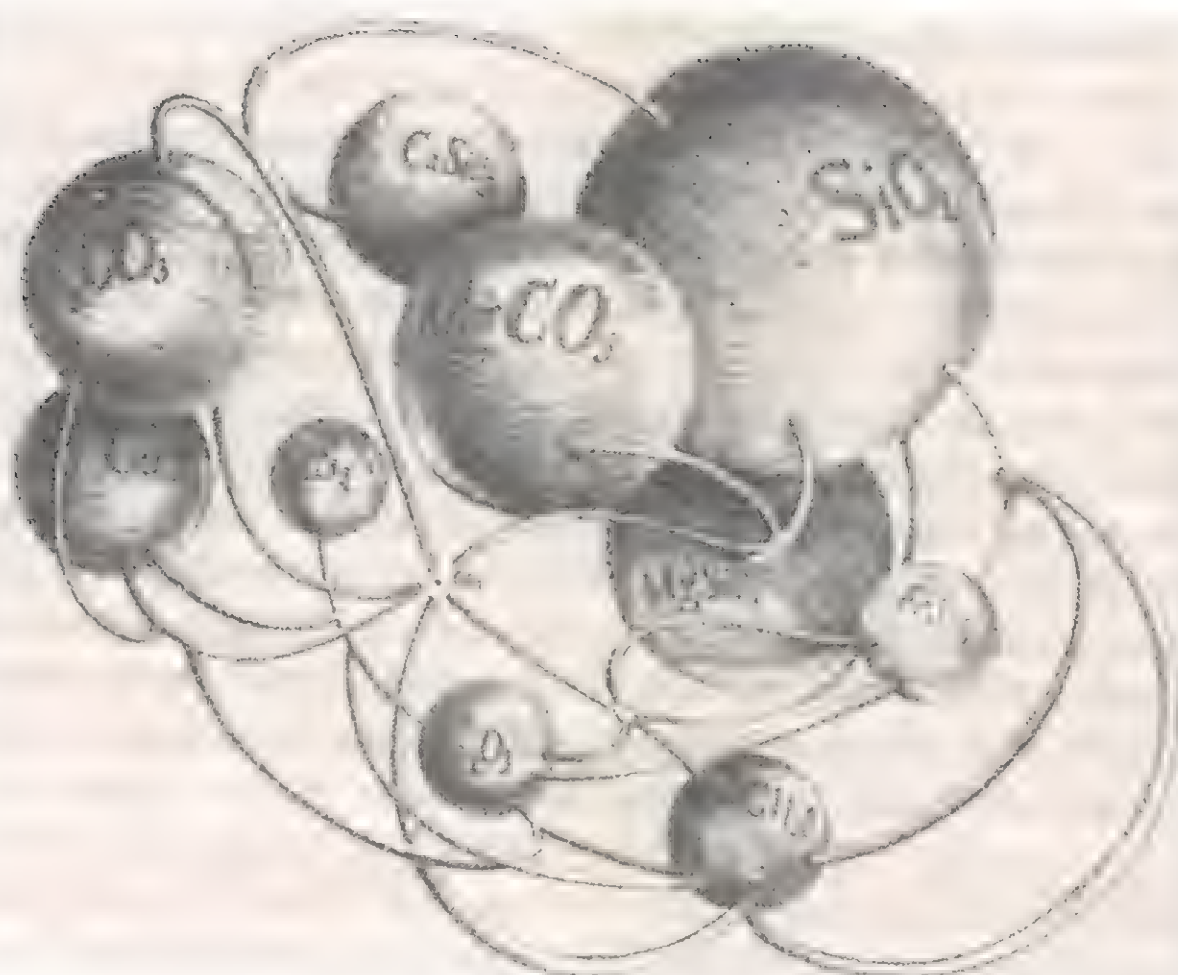


شكل ٤-٣: الفرق في الجيوولوجيا قبل النظرة السامية العالمية وبعدها



يشير الشكل ٤-٣ (ب) إلى المفهوم الأساسي لعلم نظام الأرض وربما توقعت أن ترى شيئاً سامياً وكروياً في المنتصف. ولكن عليك ألا تنسى أن العلماء يميلون للبعد عن العاطفة لئلا نذكرنا بالمستوى العالى للموضوعية التى يتمسكون بها، ومهمتهم هى إبراز الحقيقة لتخرج ما بها وليس لإغوائنا بعواطفهم. لذا ففى رأى أن نظام الأرض أصبح مربعاً قبيحاً ثنائى الأبعاد وعناصره الأربعة الأرض الصلبة أو المجال الجيولوجى والمحيط الهيدرولوجى والغلاف الجوى والمحيط الحيوى، وأنه قد تم تمثيلها بكلمات مكتوبة وترمز الأسهم المزدوجة إلى التفاعل بين المكونات الأربعة والسهم الفردى يشير إلى النظام من أعلى ومن أسفل مُشيراً للقوى الدافعة التى تحفظ النظام فى حالة حركة. والطاقة مصدرها الكون وبصفة خاصة الشمس ومن باطن الأرض. وبمقارنة هذه الصورة مع مثيلتها فى الزمن السابق، الجيولوجيا الحديثة، عندما كنت طالباً - شكل ٤-٣ (أ) نرى كيف تغيرت الرؤية العالمية السامية للاتجاه العلمى الخاص بالأرض. أولاً: أصبح التركيز على الأرض ككل، فى حين أنه حتى أوائل الستينيات ركز الجيولوجيون على الجزء الإقليمى، وفى صورتين ركزت على ذلك باستبدال بأسماء الأجزاء المتفاعلة (الصخور - الهواء - الماء - الحياة) أسماء نظائرها (المجال الجيولوجى - الغلاف الجوى - المجال الهيدرولوجى - المحيط الحيوى) وأيضاً المربع الذى يحيط بالمركب المتفاعل يرمز إلى منهج النظام والطبيعة نصف المغلق للأرض، والفارق هو أن حجم المادة داخل الكوكب يبقى ثابتاً جيولوجياً، وهذه قاعدة أساسية لا تنطبق على المستويات الدنيا من التكامل. وهذا يستدعى منهجاً كمياً لعمل سجلات فى علم نظام الأرض، على سبيل المثال، لمنع الكوكب من التقلص والتمدد والحفاظ على توازن معدلات تشكيل الألواح والدمار اللاحق وفور ظهور النظرية الخاصة بالألواح التكتونية بدأ الكيميائيون الجيولوجيون (الجيوكيميائيون) فى تقدير أحجام الخزانات الكيميائية على الأرض وكذلك تدفقات المادة بينهما. وقد نتج عن ذلك بالفعل فى السبعينيات نماذج مثل الشكل ٤-٤

فالخزانات تظهر مجالات والتدفق بينها يظهر أنابيب. وكان يعتقد أن الكيمياء تدور خلال الأنابيب بين الخزانات، وعنصر الكربون مثلاً يتوزع بين الكمية المتتبعه من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوى والخزانات الضخمة التى تحتوى على الحجر الجيرى والكربون الحوى. واستطاع الكيميائيون الجيولوجيون (الجيوكيميائيون) أن عرضوا عملية إعادة التوزيع للكربون الكلى فوق هذه الخزانات على مدار ملايين السنين، مما جعل الخزانات تتنفس بشكل منتظم. ويمكن أن نتخيل أن كتابة تاريخ الجيولوجيا فى هذا الشق كان إحساساً حقيقياً.



شكل ٤-٤

تمثيل جيوكيميائي لكوكب الأرض. المكونات الكيميائية الرئيسية يعتقد أنها موجودة في خزانات منفصلة. وهذه الخزانات يتصل بعضها ببعض بأنابيب تسرى خلالها هذه المكونات، وتتفاعل مع بعضها بعضًا. واتضح خلال الزمن الجيولوجي بأكمله أن هذا النظام كان في حركة مستمرة، وأن هذه الخزانات كانت تنفس في نمط تناسقي.

(الشكل ٤-٤) عرض جيولوجى كيميائى (جيوكيميائى) لكوكب الأرض حيث كان يعتقد أن المكونات الكيميائية الرئيسية محفوظة فى خزانات منفصلة، وهذه متصلة بأنابيب تتدفق من خلالها المواد فى أثناء تفاعلها مع بعضها بعضًا. وقد ظهر أن النظام كله كان فى حالة حركة مستمرة خلال الزمن الجيولوجى، فى حين أن الخزانات كانت تنفس بشكل متناسق.

ونتيجة أخرى لهذا الاتجاه الكمى تمثلت فى الجيولوجيين الذين يحتاجهم لتحديد معدلات العمليات الجيولوجية، وأصبح كل ذلك ممكناً من خلال التقدم الهائل فى التقنيات لتأريخ الصخور. وتسبب علم الأرض أيضًا فى نقل محور الاهتمام من آخر ١/٨ من العصر الجيولوجى كما فى الجيولوجيا الحديثة إلى التأريخ الكلى للكوكب. وكما يتخيل المرء فإن هذه النقلة فى بؤرة الاهتمام قد أعطت رؤية داخلية معظمها فى ذاكرة الكوكب وفى أساس وجودنا. ولكن أهم الأخبار التى أراها شائعة هو الكيفية التى أتى بها علم نظام الأرض من إعادة تقدير عمق للمحيط الحيوى، فقد أدى ذلك إلى التحرر الكامل من العصور الجيولوجية القديمة، والماضى المفضل لى منذ كنت شابا. والشكلان الصغيران ٣-٤ (أ)، ٣-٤ (ب) يوضحان الفارق. وفى الجيولوجيا الحديثة هناك أسهم تشير للحياة وليس بعيدًا عنها، وهذا الاعتقاد بأن الكائنات الحية تتكيف مع بيئتها الفيزيائية والكيميائية بدون التأثير عليها بشكل أو بآخر. وهى لا تلعب أى دور نشيط فى ديناميكا الأرض، وقد تُسبب القوى اللاأحيائية تفتيت عالم الحياة وهذا شئ فوق العادة. وعلى النقيض اعتبر علم نظام الأرض أن حياتها بالإضافة إلى التكيف مع البيئة تمثل قوة بيولوجية هائلة.

وفى شكل ٣-٤ فإن الأسهم بين المحيط الحيوى والمجالات الأخرى تشير إلى جهتين. وهذا يعنى أن الظهور البيولوجى لم يؤثر فقط على المحيط الحيوى، ولكن على الكوكب كله، ولا يوجد على الأرض أى تقسيمات حادة بين الحياة واللاحياة. والعلاقة بينهما مركبة، فهى متضادة ومتكاملة فى الوقت نفسه. وعلى الرغم من أن

الصخور والماء والهواء ليس لها حياة فى حد ذاتها، فإنها تحمل الحياة للأرض، وهى لا تتفاعل فقط مع الأشياء الحية ولكنها أيضًا تمثل آثارًا للمحيطات الحيوية السابقة، حيث إن معظم هذه المواد تمت معالجتها مرات عديدة عبر الشبكات الأيضية لنظم الحياة. وما يجعل كوكبنا مختلفًا عن بقية عناصر مجموعة النظم الشمسية هو ذلك الغموض والتعقيدات. وبالنسبة للتغير من الحديث إلى الرؤية السامية لديناميكا الأرض، فقد تبدو خطوة صغيرة مثلما فى شكل ٤ من (أ) إلى (ب)، ولكن بالنسبة لكثير من العلماء يأتى ذلك بشىء غير ذى أهمية. وعلى سبيل المثال يجد الجيولوجيون صعوبة فى إدارة الأمور وتحمل النتيجة وهم محبسون داخل معاهدتهم المهنية ومجتمعاتهم، فقد تدربوا فقط على النظر للحياة من الداخل وعلى أنها مقياس للأشياء الأرضية. أما علم نظام الأرض فيحتاج إلى التقرب من الحياة من الخارج ظاهرة كوكبية تتفاعل على قدم المساواة. مع قطاع عريض من القوى اللاأحيائية. وهذا الصراع يمكن أن يصبح تكريرًا مهنيًا. وهم يدعون فى كل الأمور الخاصة بالحياة على الأرض أنهم خبراء، ولكن عدم قدرتهم على المضى خارج مجال تخصصهم، يجردهم من مهارات تؤهلهم لعلوم نظام الأرض.

وبعد هذه المقدمة حول علم نظام الأرض، فإن الوقت قد حان للتحويل إلى مثال محدد موجود فى ذهنى منذ أواخر الخمسينيات عندما قضيت إجازتى الصيفية كطالب جيولوجيا فى شمال إسبانيا، حيث كانت الصخور الموحشة تحيط بالمكان، ولا يمكن القول بأنى قد فهمت الكثير مما رأيته حينئذ، وحتى الآن أشعر بالارتباك حين أعود لزيارة المكان. ولكن العمل هناك أقنعنى بمفهوم واحد، وهو أن الأرض كوكب غامض، وبدأت أفهم أن كل ما حولى ليس عاديا كما نعتقد، ولكنه غريب وغير عادى وعبثى. وهذا المفهوم قد يكون نواة لتوجه جديد أعطانى إحساسًا بالراحة وساعد على اكتشافى لطريقى فى الحياة. ومن ذلك مثلاً الحجر الجيري، حجر يقف على الحدود بين الحياة والموت، وسوف تتفقون معى، وأتمنى أن تكون قصة الحجر الجيري لها أثر غير متوقع وتثير الاحترام للكوكب كله.

## الفصل الخامس

### صخرة بين الحياة والموت

عند عودة المستكشفين الإسبان الأوائل من رحلاتهم الطويلة والزاحرة إلى الأمريكتين، بحثوا بشغف في الأفق عن أول علامة لموطنهم الأصلي، وفجأة أوقفهم مشهد عظيم. فبعيدًا كان هناك تجمع عالٍ من الصخور البيضاء التي تبدو وكأنها تلوح من المياه، ووقفت قمم جبال أوروبا كمنارة مهيبية، يكتنفها الغموض والألفة... هذا هو الوطن....

أدرك البحارة العائدون أن دعواتهم قد أجبت، وترفع القمم التي تقع في منتصف الساحل الشمالى لإسبانيا فوق الأسطح الجبلية الخضراء أستورياس. وكلما اقتربت من الجبال من ناحية الساحل يتعمق لديك الانطباع عن هذا الشموخ المهيّب. ويتوج هذه التجمعات الكبيرة من الصخور القوية قمم حادة يتجاوز ارتفاعها سبعة آلاف قدم. وعندما تدخل أحد الممرات التي أهلتها الأنهار، فعليك أن تنظر عاليًا وعاليًا حتى تصل للحوائط الأفقية، فيمكنك أن ترى من بعيد بصيصًا من السماء. ويعيش في هذا العالم الخطير رقع من الطحالب الصفراء والطحالب والحشائش وشجيرات ملتوية. وما يصدّم العين كثيرًا، هو الصخرة نفسها، فمتى تنظر إليها تجدها رمادية اللون مع ظلال من اللونين الأزرق والأصفر. وقمم جبال أوروبا عبارة عن كتل عملاقة من الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم).

وعندما كنت دارسًا للجيولوجيا، كنا نقوم أنا وزملائي بالعمل الميداني في هذه المنطقة، وكان للقمم المذهلة سحرها لدينا جميعًا وهذا مفهوم، ولو كنا فقط نستطيع فهم هذه القوى التي نمقت هذا التراكم الضخم من الحجر الجيري لكان ذلك شيئًا جيدًا.

كل ما نعرفه عن العمر هو الكربوني الأسفل نحو ٣٢٠ مليون سنة، وقد  
اختبرنا التتوءات ودرسنا نماذج الصخور تحت المجهر ولكن مهما بذل من محاولات  
فلن يبوح الحجر الجيري بأسراره.

وكل ما استطعنا رؤيته، كان الطين الرمادى بحبّاته الدقيقة وقد تحوّل إلى  
صخور، ولم يكن في الواقع هناك أى حفريات أو بنية رسوبية ذات معنى، لا شىء على  
الإطلاق يعطينا أى فكرة لأصل أى شىء. فهل تم تشكيلها في عمق البحار أو على  
طول ساحل عتيق؟ لم يكن هناك أية وسيلة للمعرفة. وبإحباط شديد تركنا هذا  
الغموض لجيولوجيين آخرين.

وقد استغرق الأمر عدة عقود، وأبحاثاً مكثفة لأكفأ الجيولوجيين من ذوى  
الخبرة قبل أن تصنف المشكلة. وقد أظهر عمل الخرائط الدقيقة وجود مجموعة داخلية  
شديدة الالتواء من الطبقات الأفقية قامت الصدوع بفصلها. وإلى حد كبير فإن  
مرتفعات القمم الأوروبية تدين بتجمعاتها الطاغية إلى القوى الضاغطة المسؤولة عن  
تشكيل الجبال، بعد إرساء الطبقات في قاع المحيط. والمعلومة الأساسية كانت متمثلة  
في صورة بالأقمار الصناعية لسطوح القمم الأوروبية، حيث تم اكتشاف قسم متفرد  
وغير مشوش خلال عملية تتابع الحجر الجيري. وكان لها شكل شبه المنحرف المميز  
للكربونات في مقطع عرضي، ومكون الحجر الجيري شكّله الشعاب والبحيرات  
الضحلة التى تحف الساحل. وحديثاً اكتشف جيوفانا ديلاپورتا وجيرون كنترز  
بجامعة أمستردام الحرة اكتشافاً مذهماً وهو أن التجمعات البكتيرية قد قامت ببناء  
كل هذه القاعدة وقدروا أيضاً أنه في وقت تشكيلها، كانت هذه القاعدة مساحتها  
عدة مئات من الكليومترات المربعة، وتعد قمم جبال أوروبا أثراً للقوى الجيولوجية  
للحياة الميكروبية.

## المحيط الممسك

تزخر القارة بأرصفتها الكربونات الصاعدة وتراكمت الحجر الجيري من العصور المختلفة. وهذه التجمعات القديمة من الكربونات قابلة للذوبان في مياه المطر. والأنظمة الحيوية تعمل على تحفيز عملية الترشيح، حيث تغزو سطح الصخر وتحمل الأنهار الحجر الجيري الذائب في اتجاه البحر. وهي تمد المحيطات في العالم بتيار مستمر من كربونات الكالسيوم الذائبة. وهذا هو أحد الأسباب لميل المحيط للتشبع بالحجر الجيري.

وقد يتوقع المرء أن يقاوم المحيط هذا الميل القوي للتشبع، وذلك ببساطة، بالسماح للحجر الجيري الجديد بمغادرة المياه من خلال عملية الترسيب. ومع ذلك فطرق المحيطات ليست مستقيمة، فالمياه مملوءة بالوحل وأحماض الديبال ومواد أخرى تمنع تشكيل البلّورات. ويبدو المحيط ممسكًا: ولا يمكن التخلص بنفسه من كربونات الكالسيوم المذابة.

ولنفترض الآن أنه بحيلة سحرية تم إزالة كل العوائق البلّورية من البحر، فإذا وضعت يدك ساعتها في المياه ستغطي بمعدن الكربونات وستكاثّر البلّورات على كل الأسطح لتسهل بذلك نموها وتزويدها بنواة، وستعانى الكائنات الحية حيث ستعرض خلاياها الحساسة وأنسجتها إلى المياه المشكلة للقشرة الخارجية الصلبة. وهذا يعنى أن الوحل والمعوقات البلّورية الأخرى تساعد على أن تصبح المحيطات مأهولة.

## ضد التكلس

في المناسبات الخاصة أهتم بتناول المحار؛ حيث إنها من الخارج تكون الأصداف منفرة ومغطاة بالطين أو أتلفتها الطحالب ومخلوقات متجاورة وثقوب، ولكن عندما تفتح مصاريعها يتجلى عالم صغير من الرقة المتقنة. ويبطن سطح الصدفة



الداخلي غلاف شفاف، وتعرض الخياشيم شعيراتها المتعددة والمنظمة بإتقان في أشكال شعاعية متوازية. فما عملية النظافة هذه التي يمكنها منع القاذورات من سد هذه الأنسجة؟

تنساب مياه البحر خلال تلك المساحة الحية المحدودة، حيثما يتغذى الحيوان ويتنفس، ويتم تغليف الذرات المتدلية في مادة مخاطية فور نزولها على الأنسجة الحية. وهذا الغطاء الرقيق يسمح لها بالانتقال عبر جيش من الأذرع المنظمة فوق الأسطح الحية تمامًا، مثل الحشائش في البراري، ويحمل النبض المتسق لهذه الأهداب الغذاء إلى الفم، في حين ينتقل التراب والفضلات إلى حافة الصدفة، ومنها يطرد إلى الخارج. وقد جمعنا بعض المادة المخاطية من أصداف البحر، ووجدنا أنها تعيق نمو بلورة كربونات الكالسيوم. وتمنع المادة اللزجة متعددة الأغراض المخلوقات والقشور من النمو على الأنسجة. وأحب أن أسمى هذا الميل من جانب المادة المخاطية لمنع تكوين البلورات تلقائيًا "ضد التكلس".

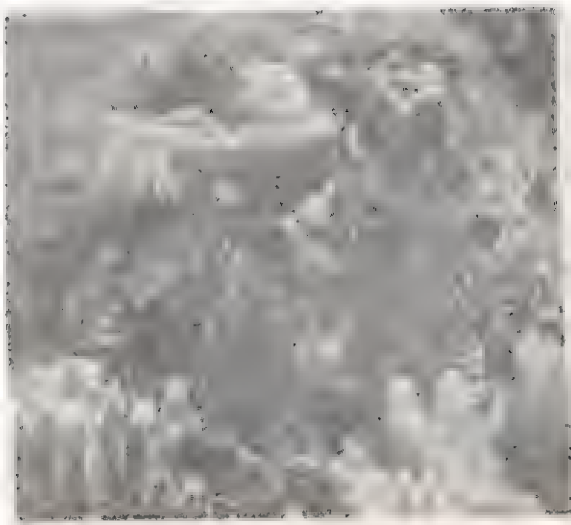
وأصداف البحر ليست الكائنات الحية الوحيدة التي تفرز كميات خصبة من المادة المخاطية في المياه. ومنع التكلس الذي تسببه المادة اللزجة هو أمر مألوف وحقيقة للأشياء كلها التي تعيش في البحر، مثل البكتيريا والطحالب والأسماك وغيرها. والمادة اللزجة تجعل الرمال والصخور على الشاطئ صمغية اللمس. ويصاب الغواصون وتغشى عيونهم حين تعكس الثلوج البحرية ضوء المصابيح التي يحملونها. ومحيطات العالم كلها عبارة عن حساء مخفف من مادة لزجة والمياه مشبعة تمامًا بمعدن مذاب إلا أن الترسيب لا يمكنه المضي قدما.

### كيف يتخلص المحيط من كربونات الكالسيوم؟

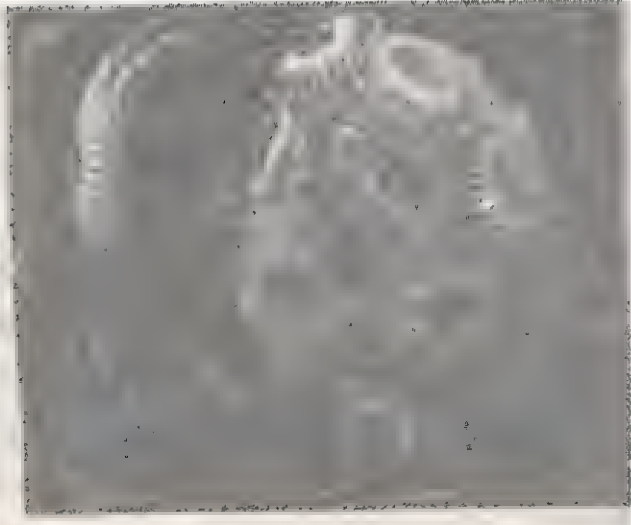
من المفارقات أن نباتات وحيوانات المحيط لا تسهم فقط في منع ترسيب الكربونات بشكل عشوائي، بل إنها المسؤولة أيضًا عن تحرير المياه من أعبائها المعدنية.

ولا تنتج الكائنات الحية البحرية كلها كربونات الكالسيوم بأية حال، ولكن تلك التى تفعل ذلك تنتهج نفس الاستراتيجية العامة. وهى تبنى غرفاً دقيقة تماماً لتكوين البلورات. وعلى مستوى العالم كانت نتيجة هذا النشاط المتناغم مذهشة. فهى تنتج أصداف البحر على شواطئنا، وأرصعة الكربونات وشعابها، والبحيرات الضحلة فى المناطق الاستوائية والشعاب المرجانية فى البحار العميقة والمروج الكبيرة من الطحالب المتكلسة *Halimeda* وهكذا.

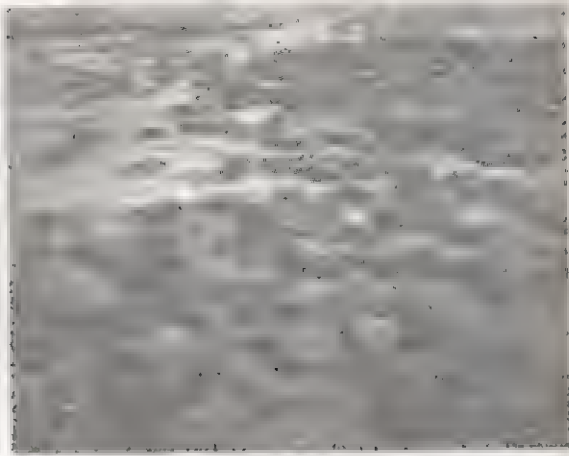
وعلى مستوى المحيط هناك ترتيب منظم يعمل، وهو ما يذكرنا بنظام أنبوب المياه. ففى داخل الأنابيب يحتفظ بالمياه تحت ضغط ولا يمكنها التدفق إلا عند فتح الصنبور. وفى المحيط المشبع يتم عمل شبكة الأنابيب من المادة اللزجة ومواد أخرى ضد التكلس. فى حين أن الكائنات الحية التى تعمل على التكلس تمثل صنابير كربونات الكالسيوم. وفى واقع الأمر فإن الوضع يكون أكثر تعقيداً، حيث إن كم معدن الكربونات المنتج لا يمت بصلة كبيرة لتشبع مياه المحيط، مثلما هو بالنسبة للنجاح البيئى لأسباب التكلس. ويتم إنتاج المزيد من كربونات الكالسيوم على مستوى واسع حول العالم بشكل يزيد عن المطلوب، لتعويض تدفق المعدن المذاب فى المحيط. ويذوب الزائد من خلال كل أنواع الكائنات الحية التى تدمر المركبات المعدنية فى حين تتولى المياه غير المشبعة فى المحيط العميق أمر الباقي.



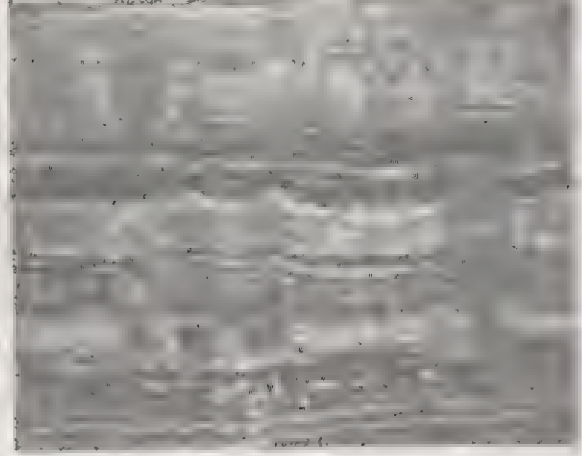
أ



ب



ج



د

شكل ٥-١: أربعة أنواع من الكربونات :

( أ ) المشيدون ؛ ( ب ) الطائفون ؛ ( ج ) الناقلون ؛ ( د ) سطيحة  
في قطاع عرضي .

إننى أقسم الحيوانات والنباتات التى تعمل على التكلس إلى أربعة أنواع رئيسية حيث يمكن إدراكها فى سجل الصخور. وهذا سيساعد على إعادة بناء عملية تطور إنتاج الحجر الجيرى.

**النوع الأول:** المشيدون وهو الأكثر شيوعا حيث إنه يحتوى على الصدفة والدروع العظمى للحيوانات الرخوية والمرجانيات والطحالب المتكلسة ذات الخلايا المتعددة. والأشكال المميزة لهذه البنية المتكلسة تشير إلى تطلب آلية بيوكيميائية عالية التنظيم لإنتاجها. ويحد الحمل الثقيل للأصداف المعدنية عملية توزيع المشيدين على أرضية المحيط.

وعلى الرغم من أن العديد منها يكون فى المياه العميقة فإنها تفضل المناطق الساحلية، حيث يمكنها الاستفادة من ضوء الشمس. وتشتهر بصفة خاصة فى المناطق الاستوائية حيث تبنى الشعاب المرجانية وأرصعة الكربونات.

**أما النوع الثانى:** فيتمثل فى الطافين فوق السطح الذين يدورون فى مياه المحيط المفتوح. وأهم المجموعات هى *coccolithophores*، وهى الطحالب أحادية الخلية والمثقبات (الفورامينيفرا) حرة الطفو، وحتى أمتعكم أعرض بعض أمثلة هؤلاء المنتجين الرائعين للحجر الجيرى هنا وهناك فى هذا الكتاب. وحيث إنهم يعتمدون على الطاقة الشمسية فإنهم يعيقون تكون الطبقة السطحية من المحيط. وحتى يحافظوا على الطفو، تحتاج أصدافهم إلى بنية خفيفة جدًا ومفتوحة، ومثل المشيدين فهم يحتاجون إلى آلية بيوكيميائية منظمة لتكلسهم. ويأتى الطافون فى أعداد هائلة وقد يشكلون قوائم فى كل أرجاء المحيط. وعندما يموتون تنزل الأصداف كالطر إلى أرضية المحيط حيث تتراكم كرسوبيات كربونية واسعة تصل أحيانا إلى كثافة مقدارها مئات الأقدام.

**والنوع الثالث** من الحيوانات والنباتات التى تساعد على التكلس هم المصترفون (الناقلون أو الموصلون) الذين يقومون بالتقاط الحجر الجيرى المذاب من مياه المحيط

وينقلون المعدن إلى أرضية المحيط التي يعيشون فيها، وهم لا يقومون ببناء هياكل محددة، وتبدو المنتجات المتكلسة كالقشور ولكن بها أشكالاً غير عادية وعُقدًا وتموجات، ويتم تسميتها "ميكروبياليتس" وذلك لأن المصرفين عادة يكونون في شكل جدائل ميكروبية، وهذه الجداول هي نظم بيئية، حيث تتعاون أنواع من البكتيريا المختلفة معًا للحصول على الطاقة والغذاء وإعادة تدوير المادة المغذية وتنقيتها من المواد السامة. وهم يشكلون طبقة خارجية حية رفيعة تغطي الميكروبات الصخرية. وعلى المستوى المحلي فإن مستوى التشبع العالمي بكاربونات الكالسيوم داخل الجداول قد يزيد بشكل رهيب نتيجة لنشاط الأيض الدؤوب، ولكن البكتيريا تفرز كميات متزايدة من المادة اللزجة في مثل هذه الأماكن حتى يتم منع ترسيب المعدن الضار، وفقط في أعماق الجداول تصبح الطاقة والغذاء نادرين، فهناك تجوع البكتيريا إلى الحد الذي يجعلها تهضم المادة اللزجة المضادة للتكلس، وبذلك تثير عملية التبلور المهمة. والميكروبياليتس هي معدنة كارثية تنشأ أصلاً من الجوع، وفي المحيط الحالي تجدها نادرة جدًا هناك، ولكن في الصخور القديمة نجد سلسلة صخور ضخمة وشعابًا من الكربونات مقامة بهذه الطريقة، ومثال ذلك قمم جبال أوروبا.

الحجر الجيري من النوع الرابع: يسمى القشور ويذكرنا بالميكروبياليتس ولكنها تختلف في بنيتها الدقيقة. وقد حدد هذا الفرق جون جروتزينجر وآندى نول وزملاؤهما في MIT في جامعة بوسطن وفي جامعة هارفارد. ففي حين أن الميكروبياليتس لها بناء إسفنجي فإن القشرة تتكون من حزم صغيرة من بلورات ضخمة تبدو وكأنها قد نمت من مراكز تنمية معينة على الطبقة السفلية، ومثلها مثل الميكروبياليتس، فإن القشور قد تكون بنية ضخمة مثل سلاسل الصخور. ومن المؤكد أنه قد تم تشكيلها بالترسيب المباشر من مياه المحيط، وفي محيطاتنا الحالية تغيب القشور واقعيًا، وهي تظهر فقط بكميات أساسية في الصخور القديمة جدًا، وأعتقد

أنه في الأيام القديمة الباكورة لم تكن الخواص المضادة للتكلس في المحيط متطورة بشكل كافٍ لمنع تشكيلها. وإذا كان عليك أن تضع يدك في المياه في المحيطات القديمة لوجدتها فوراً مغطاة بالترسيبات، وبدون الحماية التي توفرها عملية ضد التكلس، لأصبحت هذه المياه أقل ملاءمة السكنى للكائنات الحية.

## ٢- بليونان وسبعمئة مليون عام من تاريخ الحجر الجيري والقشور

يتوافق تصنيفي البسيط إلى طافين ومشيدين ومصرفين مع المستوى المتناقص من التنظيم البيولوجي في تشكيل ترسيبات الكربونات النسيية. فعادةً يمكن إدراكها في السجلات الجيولوجية جيداً، وهذا يسمح لنا في الأساس بإعادة تنظيم توزيعها عبر الزمن. والوصف التالي يعبر عن انطباعي المبدئي عن المادة وقليل من ملاحظاتي عليها. هناك بعض أنواع الحجر الجيري يعود عمرها إلى أقدم من ٧ - ٢ بليون عام، ولكن المادة العلمية حولها غير موثقة أو غير دقيقة حتى يمكن اشتغالها في إعدادتي للتنظيم.



الشكل ٥-٢

توزيع القشور والمصرفين والمشيدون والطافين في الحجر الجيري من آخر ٧-٢ مليون عام. المحور الأفقي: الأزمنة الجيولوجية بملايين السنين. والحديثة على اليمين (صفر) المحور الرأسي: يوضح متوسط النسب المئوية للأنواع المتعددة من الحجر الجيري.

وقد عرفت الأرضفة الكربونانية الكبيرة منذ ٢.٧ بليون عام. وهى تعاقيات من القشور السميكة و الميكروبياليتس (الكربونات الناتجة عن المصرفين). ويغيب من الصورة المشيدون والطافون. ومع مرور الزمن تتلاشى القشور حتى تختفى نهائيا، وكان ذلك منذ ١.٣ بليون سنة. وتسود الميكروبياليتس الصورة حتى تظهر هياكل صغيرة للمشيدين فى قاعدة عصر الكمبرى منذ نحو ٥٤٣ مليون سنة مضت.

ومنذ خمسمائة مليون سنة، بدأ المشيدون فى السيطرة على المشهد، ليس دائما وفى كل مكان: فالحجر الجيرى البكتيرى فى قمم أوروبا عمره ٣٢٠ مليون عام، ولم يظهر الطافون على الساحة سوى من ٢٣٠ مليون عام فقط. وقد استغرق الأمر نحو ٨٠ مليون عام قبل أن يصلوا إلى طاقتهم كاملة، ومن وقتها وحتى الآن وهم يسيطرون على مشهد التكلس، ومنذ ذلك الوقت يتراكم معظم الحجر الجيرى فى أعماق البحر. وكان فى السابق يتم تشكيل معظم المعادن على المنحدرات القارية. وقد اقترح تيلر فولك بجامعة نيويورك تأملا بأننا لم نكن لنوجد إذا لم تحدث العملية الوبائية للطافين.

وقد قام بحساب أثر الكربونات فى البحر العميق فى دورة الكربون. وخلال الـ ٦٥ مليون عام الأخيرة كان ثانى أكسيد الكربون بالغلاف الجوى يتناقص بحددة، ولحسن حظنا أن القوى التكتونية للألواح يمكنها أن تدفع الأشكال السميكة من الحجر الجيرى الطافى بأرض المحيط إلى عمق الأرض. وقد أصبح الحجر الجيرى غير مستقر فى هذا الحجم من الحرارة والضغط، فعند تفاعله مع مواد أخرى ينطلق غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن الاحتباس الحرارى ويخرج مُتفجرا بقوة البراكين. وهكذا إن لم يتعلم الطافون المتناهون فى الصغر كيفية إنتاج هياكلهم الرقيقة فإن ثانى أكسيد الكربون الجوى سيكون أقل مما هو عليه بالفعل. ومن المحتمل أن تتجمد الأرض وستعجب إن كانت هناك أية حياة بشرية حول المكان. هذه الرؤية الصغيرة



تشير إلى أنه عبر الزمن الجيولوجي، زادت الحيوانات والنباتات من تحكمها في إنتاج الحجر الجيري بشكل ثابت، واختفت القشور كى يتسلم الناقلون المصرفون مقاليد الأمور ويليههم المشيدون وأخيرًا يظهر الطافون. وقد يكون أهم عامل هو التوقف التدريجي لتشكيل القشور. فاختفاء الحجر الجيري يميز الوضع الراشد لقوانين عالمية منظمة: "نظام أنابيب المياه والصنابير" التى تميز بشدة المحيط فى وقتنا الحالى.

وهناك قصتان معروفتان عندما عادت القشور للظهور، وإن كان لمدد قصيرة نحو ٦٠٠ و ٢٥١ مليون عام مضت.

كانت اللحظة الأولى وسط كارثة مناخية أو ما يسمى بالأرض ذات الجو الجليدى عندما ساد الجليد المدمر بدلاً من أوقات حارة.

وتواكب الحدث الأخير مع الانقراض الجماعى غير المعروف على الحدود بين العصر البرمى والترياسى عندما قتل ٩٦٪ من الأنواع البحرية. ويمكن أن يتخيل المرء بسهولة أنه تحت مثل هذه الظروف المعاكسة. فإن النظام المعروف باسم منظمة ترتيب أنابيب المياه والصنابير قد انتهك بشدة. وما أجده مبهراً هو السرعة التى تعانى خلالها النظم من هذا الخراب. كان من الممكن أن يستمر هذا عدة ملايين من الأعوام، ولكن هذا يعد لاشئ مقارنة بعدد بلايين السنين التى استغرقها النظام حتى تأسس فى أول الأمر. ولا شك أننا ندين بهذه السرعة فى التعافى إلى ذاكرة نظام الأرض. وقد يبدو هذا غامضاً ولكنه ليس كذلك.

ولشرح كيفية تأسيس ترتيب "أنابيب المياه والصنابير" فى المحيط فإننى أدعوكم لهذه التجربة الفكرية. وهناك تفسيرات أخرى ولكننى لن أشرحها. فأنا أقارن المحيط بحوض الاستحمام المملوء بالمياه، التى تثار باستمرار وببطء، أضيفت كربونات الكالسيوم الذائبة، وفور دخول المحلول إلى المياه، فإنها تتعكر على نفس النحو بسبب العامل المثير، وببطء يتزايد تركيز كربونات الكالسيوم المذابة حتى يصبح

الماء مشبعًا، ومنذ هذه اللحظة ترسب كربونات الكالسيوم كقشرة على حوائط الحوض. وتعاذل الكمية المترسبة كمية كربونات الكالسيوم المذابة التي أضيفت، وهذا هو السيناريو الأول وفي السيناريو الثاني، اتبع نفس الخطوات ولكن هذه المرة أضيف مقدارًا من المادة المانعة للبلورة للمياه. ونتخطى نقطة التشبع، ولكن لا يتبع ذلك أى ترسيب. وفي حقيقة الأمر فإن عددًا كبيرًا من النويات البلورية يتشكل في الماء، ولكن لأن جزيئات العامل المانع تستقر على سطحها فلا يتمكن النمو البلورى من الاستمرار. ومع استمرار التجربة تقتنص النواة المزيد والمزيد من جزيئات العامل المانع حتى يتم إزالتها كلها من المحلول. ومنذ تلك اللحظة تستمر عملية التبلور كما في السيناريو الأول، والفارق هو أن هذه العملية يؤخرها العامل المانع. وأنا أسمى تركيز كربونات الكالسيوم الذائبة حيث تبدأ عملية التبلور "التركيز الحرج" ووضعها يعتمد على كم جزيئات العوامل المانعة التي تضاف أولاً، وحيث إنه لا توجد كائنات تساعد على التكلس حولها، فإن الترسيب كله يكون في صورة قشور.

وفي السيناريو الثالث نكرر التجربة السابقة. ولكن مع إضافة نظام تكلس ضعيف لحوض المياه مثل نفاية قدرة. وستكون على أثر ذلك الميكروبياليتس حتى قبل الوصول لدرجة التركيز، ولكن النفاية لم تكن قادرة على الحفاظ على سرعتها مع التزويد المستمر لكربونات الكالسيوم المذابة. ولذلك فإن تركيز هذه المادة يستمر في الزيادة حتى تصل إلى حد التركيز الحرج. ومن هذه اللحظة ستتشكل قشرة بالإضافة إلى الميكروبياليتسية.

وأخيرًا السيناريو الرابع، حيث نستعمل بدلاً من النفاية القدرة أخرى فعالة، فالميكروبياليت قد شكّل مبكرًا في التجربة ولم نصل قط إلى درجة التركيز الحرجة. وفي هذا السيناريو لن تتكون أية قشور بعد ذلك، فإضافة مشيدين وطافين سيزيد فقط من عملية قمع التركيز النهائى الذى وصل إليه حوض المياه.

وعلى الرغم من أن هذه تجربة فكرية بسيطة فإنها قد تساعد في فهم التاريخ الجيولوجي للحجر الجيري. فيمكنك أن تقارن تغيرات القشور والميكروبياليتس في الجزء الأول من القصة ما بين ٢.٧ و ١.٣ بليون من الأعوام بسيناريو رقم ٣. والتاريخ اللاحق يُذكرنا بالسيناريو رقم ٤. ولسوء الطالع فإن السجل الجيولوجي للحجر الجيري في الزمن العتيق لا يسمح لنا (بعد) بتقرير، ما إذا كان سيناريو ١ و ٢ قد أدرك بعد. وتشير أيضًا التجربة الفكرية إلى أن منع البلورة ومضاد التكلس لا يمكنهما بنفسيهما قمع تكون القشور، فبالإضافة إلى الموانع يلزمنا نباتات وحيوانات تساعد على التكلس بكفاءة، ويمكنها أن تحجز كل كربونات الكالسيوم الذائبة القادمة من القارات والتي تمنع الوصول إلى درجة التركيز الحرج.

### كوكب غريب

يعد مثال الحجر الجيري خيانة لبعض خواص الأرض المدهشة. فأول ما يشير الاهتمام هو كيف أن كوكب الأرض هو نظام مزدوج بحميمية. وفي الفصل الرابع أشرت إلى أن علم نظام الأرض ينطوي على أربعة مجالات فاصلة متفاعلة هي الغلاف الجوي - الغلاف الأرضي - الغلاف المائي - المحيط الحيوي (الشكل ٤-٣ ب).

ولكن عندما نسمح لقصة الحجر الجيري أن تغوص في أعماقنا، نبدأ في الشك في أن هذا الأداء اصطناعي. فلا توجد حدود فاصلة بين المجالات الأربعة والحجر الجيري. ولكنه تدرج في العملية اللاحقة للدورة المعقدة للبعد العالمي. وما نراه ما هو إلا شبكة عنكبوتية معقدة ومدهشة من التفاعلات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية. وإذا تخيلنا النماذج الضخمة من إنتاج الحجر الجيري البيولوجي، سنبدأ في إدراك أن ذلك النظام شديد التعقيد لدرجة يصعب معها فهمه بشكل كامل. وعالم الحجر الجيري بعيد عن التوازن ويتسق مع أسلوب البيضة الراقصة وملء بكل أنواع

الظواهر الغريبة والعابرة التي تظهر. وقد تحدثت للتو عن دورة الحجر الجيري، ولكن هذا البيان ما هو إلا موجز مختصر. وعندما تلف مكونات النظام تمر بكل أنواع التغيرات الدقيقة بحيث لا تعود إلى نقطة الانطلاق، وعلى مدار الزمن الطويل يمكننا أن ندرك اتجاهًا يمكن أن يتم خلاله قمع ترسب الحجر الجيري التلقائي بشكل تدريجي، حتى يبقى التكلس البيولوجي غير مباشر، وهو الوسيلة الوحيدة لإنتاج الحجر الجيري. وتفسيري هو أن المحيط قد أصبح مكانًا صالحًا للحياة، فهل يمكننا أن نستنتج أن هناك تقدمًا في العمل مثل الصخرة الحلزونية أو تطور الحياة؟ إن الأرض تدور؟ هل يمكننا حتى أن نقول إن هذا الكوكب يتعلم من الخبرة؟ أترك هذه الأسئلة كما هي.



## الفصل السادس

### معايشة الخطر

السؤال في قصة بو الشهيرة ما الشيء الذي دفع الصيادين للبحث عن الموقع الخفى للدوامة مرة بعد أخرى؟ هل كان هذا الشيء هو الارتياح في الصيد؟ أم هو الانبهار بهاوية الخطر والموت؟ بكل تأكيد، فإن الدوافع معقدة؛ فهي متضادة ومتكاملة البعض في الوقت نفسه. وقليل من الناس هم من يدركون هذا التشابه الجزئى الصارخ مع مواقفنا التى نتعايش معها كل يوم. فنحن كمن يتأرجح على حافة بركان، ندفع وباستمرار إلى كل أنسجتنا بهذه المواد الحيوية الكيميائية الضارة، مثل الأكسجين؛ فهو يمدنا بالقوة ويمنح أجسامنا الانسيابية والاستمرارية، لكنه في النهاية له تأثير مميت. وحتى الأرض ذاتها، فهي واقعة في الدوامة نفسها. ويبدو وكأن كوكب الأرض يدفع بالأكسجين في الهواء إلى المستوى الأقصى لحياة الدواب، لكن جرعة الأكسجين هذه تقترب من الحد الخطير المخيف. وهذه الحالة الصارخة لم تظهر بين يوم وليلة، لكنها استغرقت بلايين السنين حتى يكتمل بناؤها ثم تولية هذا النظام للأمام في اتجاه بعيد عن حد الأمان، ولكن في حالة اتزان ممقوت. وإذا كانت هناك أية مادة تجعل من كوكب الأرض مكانًا أشبه بالعسل المر يكون فيه القضاء والقدر متلازمين، فإن هذه المادة هي الأكسجين.

وتفاعل غاز الأكسجين يعد قويًا للغاية، لدرجة أنه يؤدي إلى انفجار غاز الهيدروجين - بقليل من عامل حافز - وإضرار النيران في المواد العضوية مثل الورق والخشب. لكن لننظر كيف تم كبح جماح هذه القوى الكامنة المتلفة في داخل أجسادنا

بهذه الروعة. فبعد دخول تيار الدم من خلال الرئتين، يتم تنقيته على الفور وتغليفه جزئياً جزئياً بواسطة بروتين الهيموجلوبين، وبعد ذلك ينتقل الدم النقي إلى كل خلية من الخمسين مليون خلية التي يتكون منها الجسم البشري.

كذلك الطعام الذي نأكله، يتم تنقيته داخل الأمعاء إلى مركبات يمكن التحكم فيها قبل دخولها إلى تيار الدم الذي تم تنقيته من قبل، وهناك تبدأ رحلة التفاعلين الاثنين جنباً إلى جنب - الطعام والأكسجين - دون أن يتلاقيا، حتى يصلا إلى عملية إنتاج الطاقة، في داخل كل خلية من الخلايا، وهناك يتم السماح لهما بالتفاعل معاً كي ينفثا قوة الطاقة الكبيرة، خطوة خطوة في أجزاء صغيرة: وهكذا يكون لكل خلية المقدرة على استرداد جزء من الطاقة واستخدامها وتخزينها بنسبة عالية بصورة تدعو للدهشة؛ لأن ذلك يتم بحرص كبير. وناتج هذه التفاعلات من غاز ثانى أكسيد الكربون والماء، يتم التخلص منهما من خلال تيار الدم نفسه، ويتم إطلاقه من خلال الرئتين إلى المجال الجوى. والمصطلح العلمي لعملية حرق الطعام هو التنفس، ويجب ألا نندهش عندما نعلم أن التطور قد أخذ دهوراً لتفهم هذه الآلية التي تعمل ببساطة في مستوى شديد التعقيد. وما يدعو للدهشة الأكبر، هو أن عملية التنفس لاتأتى فقط بحصيلة غير عادية من الطاقة، لكنها تساعد أيضاً في حماية الخلايا، فمن خلال تسهيل عملية تفاعل الأكسجين مع طعامنا، تساعد على التخلص من هذا السم الخفى بعيداً.

وجزئياً الأكسجين في حد ذاته ليس مؤذياً، فبعض نواتج التفاعل المتوسط لعملية التنفس هى المسؤولة عن الأذى، وأسوأها ما يسمى شق الهيدروكسيل المتأصل، وهو أحد أهم المواد الكيميائية المتفاعلة المعروفة، وهذه المادة تدمر كل الجزيئات العضوية التي تقابلها بما فيها الحمض النووى الجينى DNA والبروتين والدهون والسكريات. وهى تحولهم إلى شق تفاعلى وتحول نفسها إلى جزئى مائى غير ضار. ثم يأتى الدور على الجزئى الاشتقاقى ليدمر أحد جيرانه. وهكذا تتحرك سلسلة من التفاعلات التي يصعب وقفها، وهذا يؤدي بدوره إلى السرطان، وتقدم

السن وحدوث الموت. وهذا يعد جزءًا من الثمن الذى يتعين علينا دفعه جراء اعتمادنا على الأكسجين. وإن لم يكن النظام كله مغمورًا بكل أنواع وآليات الحماية التى تضبط توتر الأكسجين، لكان الموت السريع أمرًا محتومًا.

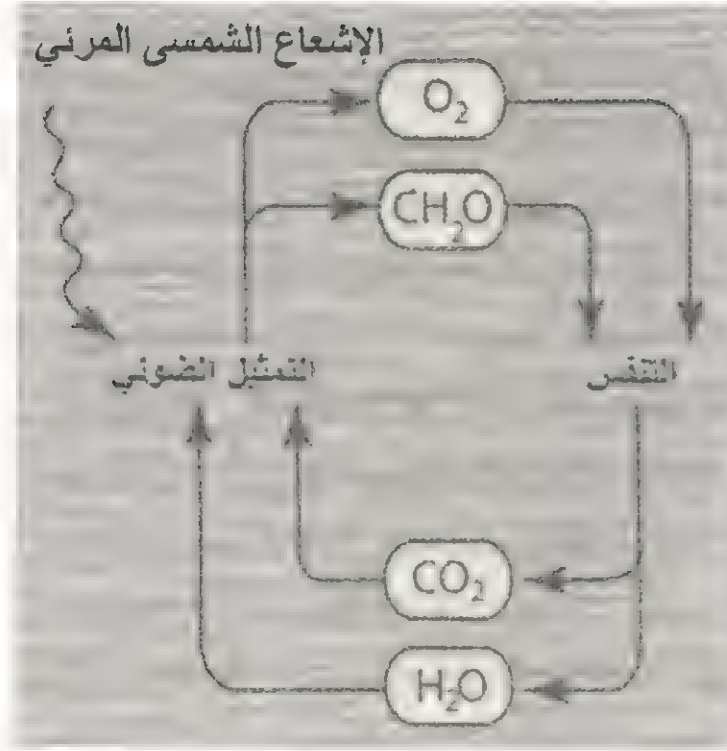
والتنفس هو إحداها، فنحن متخمون بالكيمياويات التى ليس لها هدف سوى العمل على إخماد نشاط الشقائق. على سبيل المثال، آلية الماكروجزئية التى تشمل أكثر من ٧٠٠ جين تعمل باستمرار على إصلاح الحمض الجينى *DNA* فور فسادة. ومع ذلك فلا يوجد من هو محصن ضد تقدم العمر أو الموت، حيث تنجح بعض شقائق الأكسجين فى التسلل خلال نظام الحماية المحكم.

### ازدواج قوى

وما ثبت صحته على الإنسان، ينطبق على المحيط الحيوى كله، فالبرودة والنار الشديدة لعملية التنفس تنتشر فى كل مناحى الحياة بالكوكب. وإن لم يتم تعويض عملية التنفس بآلية مكملة، ستلتهم كل المواد الغذائية فورًا وستمر الحياة على الأرض بمجاعة.

ونحن حقًا محظوظون لأن النبات والطحالب والبكتيريا الخضراء يقومون بهذا الدور المتواضع للحفاظ على الحياة. وهذه الكائنات الحية تعيش على التخليقات الضوئية، وتستخدم الطاقة الشمسية للحصول على نواتج التفاعل فى عملية التنفس ثانى أكسيد الكربون والماء - وتحويلها إلى مادة عضوية (غالبًا من نفس الكتلة البيولوجية) أكسجين. ويظهر الشكل (٦-١) - الترتيب الحلقى لعملية التنفس والتخليق الضوئى فى الطبيعة. والعملية بأكملها تكون عالية الكفاءة، حيث إن جزءًا دقيقًا واحدًا من كل المواد العضوية المشكلة يضيع فى البيئة. وهذه الكفاءة هى السبب للاعتقاد بضرورة اعتبار هذا الثنائى كمنظم كونى للحياة والموت ونواتج سلبى أسطورى نشأ من تلقاء نفسه تمامًا.





شكل ٦-١

الدورة البيولوجية للتمثيل الضوئي (التخليق الضوئي) والتنفس

وفوق هذه الشائبة البارزة في عملية التنفس فإن للتمثيل الضوئي (التركيب الضوئي - التخليق الضوئي) خواص أخرى تستحق التطرق إليها. وقد ذكرت سابقاً بالفعل أنه تحت ظروف معينة مناسبة، يؤدي التفاعل بين الأكسجين والهيدروجين للانفجار. ولكن على الرغم من تنفيذ هذه الطاقة الرهيبة، فإن كائنات التركيب الضوئي تكون لها القدرة على عكس التفاعل من خلال تحليل وفصل المياه إلى هيدروجين وأكسجين. وفي الحقيقة فإن أشعة الشمس فوق البنفسجية لديها الطاقة الكافية لأداء هذه العملية من تلقاء نفسها بدون أي تدخل بيولوجي.

والآن لنفترض هذا السيناريو وفيه تنتشر أشعة الشمس فوق البنفسجية وبشراسة، كذلك بخار الماء في الجو، ولذلك ينقسم إلى غاز الهيدروجين والأكسجين. تكون الكثافة الخاصة بالهيدروجين منخفضة إلى الحد الذي يسهل معه هروبه إلى الفضاء ليضيع للأبد. وهكذا تعمل آلية عجيبة حيث لا يتبقى شيء على الكوكب ليمنع المياه من التحلل، وفي النهاية يتبقى كوكب جاف ذو جو متخمد بالأكسجين وثنائي أكسيد الكربون. ومن المخيف أن ندرك أن خاصيتين صغيرتين فقط في المعمار الجوي الحالي هما المسئولتان عن منع ذلك. أول خاصية تتكون من درع الأوزون في الجزء الأعلى من الغلاف الجوي، وهذه الطبقة من الـ  $O_3$  تشكل تلقائياً فور ارتفاع مستوى الأكسجين الجوي فوق الحد الأدنى. وبدقة فإن الأشعة فوق البنفسجية هي التي تدفع عملية تشكيل هذا الغاز غير المستقر بشكل كبير، وما يقوم به درع الأوزون هو امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، لتحمي جيداً الجزء السفلي من الجو، وكذلك تحمي أسطح المحيطات والقارات من هذا الإشعاع المدمر.

ومع ذلك فإن درع الأوزون لا يعد كافياً؛ فحرارة الشمس قد تجبر مياه المحيطات على التبخر، ومن المتوقع أن ينزل البخار إلى الجو من خلال درع الأوزون. وهكذا، ففي هذا السيناريو يمكن أن ترحل عملية فصل المياه إلى طبقات الجو العليا،

وعندها سيشكل درع الأوزون فرقًا طفيفًا - ولكن لحسن الطالع فهناك خاصية جوية ثابتة تحفظ الأرض صالحة للسكنى، وعمليتها معروفة لأي أحد يسافر على متن الطائرات على ارتفاع ٣٠.٠٠٠ قدم. وتكون عادةً متدرجة الحرارة في الخارج في حدود "٥٠ - درجة مئوية"، وهى درجة منخفضة تكفى لتجميد أى بخار ماء ينزل من الغلاف الجوى العميق، وهكذا ففى جونا اليوم لا تفعل المياه ذلك أبدًا، بسبب الأوزون الذى يعلوها مباشرة وهذان المكونان فى السيناريو السيئ - بخار الماء والأشعة فوق البنفسجية، يتم حفظهما متفرقين بأمان على كوكبنا. إنه توافق إعجازى، فبدونه لم تكن المركبات الضوئية لتظهر. ولنلاحظ أنه فى الزمن البعيد الماضى كان الوضع مختلفًا تمامًا. وإذا افترضنا عدم وجود أكسجين فى الجو، فكذلك لن يوجد درع الأوزون. ومن الأرجح حيثئذ فى الأيام الباكورة الأولى أنه تم فصل المياه بالأشعة الشمسية. ومن الواضح أن هذا الوضع لم يدم طويلًا بدرجة كافية لإزالة كل المياه من على الكوكب.

وكما قلت للتوفان الجزء المرئى من طيف الضوء الذى تشعه الشمس ينطوى على طاقة غير كافية لتفكيك جزيئات الماء المستقرة، وذلك على النقيض مع الأشعة فوق البنفسجية.

وهذا ما يحدث بدقة على الصعيد الكبير، وفى المسافة بين الغلاف الجوى والمحيطات والقارات المحمية من الأشعة فوق البنفسجية التى تسبح فى الإشعاعات المرئية غير الضارة، يوجد عدد غير محدود من الأقماع الضوئية ذات الحجم الجزيئى. وكل واحد منها يعمل كعدسات تجمع تيار الضوء الوارد تجاهها وتوجهه إلى نقطة تركيز واحدة. وهذا هو المكان تحديدًا حيث تحمل جزيء الماء لأعلى. وكثافة هذا الضوء المركز تكون كافية لتكسير الماء إلى مكوناته من ذرات الأكسجين والهيدروجين.

وهذه المواد المتفاعلة لا يسمح لها بإعادة الاتحاد مرة أخرى، ولكن يتم توجيهها إلى طرق منفصلة، ويجبر الهيدروجين على التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) مشكلا مادة عضوية  $CH_2O$  ويبقى الأكسجين داخل الغلاف الجوي قبل أن يسبب أى أذى.

إنها تلك الأداة الغريبة والمعجزة التى تُشكل أجهزة التخليقات الضوئية الحديثة. والدليل المتاح لدينا يشير إلى أن الحياة قد اخترعتها فى وقت مناسب قبل ٢.٧ بليون عام، فى عهد أسلاف البكتيريا السامة. وعلى الفور، أصبحت القوى العظيمة لهذه الخلايا الخضراء الدقيقة متجلية فى الجماعات البكتيرية المغمورة بالضوء. وهذه القدرة الفريدة على فصل جزئى الماء الثابت جعلها أعظم منتج للمجال الحيوى وكذلك كمصدر بدائى للغذاء لكل الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بها.

ولاحقًا ينصهر بعض منها مع كائنات حية دقيقة أخرى من أجل تشكيل الطحالب التى أصبحت بدورها أسلافًا للنباتات الوعائية التى استعمرت القارات منذ ٤٥٠ بليون سنة. والآن هذه البكتيريا السامة (سيانوبكتيريا) فى كل الأشكال التى تتخفى فيها (مثل المجتمعات الميكروبية أو فى النباتات الخضراء). وتمتلك الآلية الرئيسية لاسترداد الطاقة لكل ما هو حى، وتنتج مجازًا كل أكسجين المجال الجوى. وقبل ظهور هذه البكتيريا السامة كانت هناك أنواع أقل تعقيدًا من المخلوقات الضوئية التى تحافظ على شكل المحيط الحيوى. وعلى الرغم من أن هذه الآليات قد لعبت أدوارًا مهمة فى نظم بيئية معينة، فإنها لم تكن قط فى أهمية المخلوقات الضوئية المنتجة للأكسجين، وذلك ببساطة لأنها تعتمد على المواد الأقل فى طلب التزويد بالماء (مثل كبريتيد الهيدروجين أو الحديد المختزل).

والآن أتمنى أن يبدأ فى إدراك حقيقة العالم العجيب المتناقض الذى نعيش فيه نحن سكان الأرض. ويبدو أن هناك ميزتين فيزيقيتين جاءتا بمحض الصدفة لمنع

الجفاف الكامل للأرض. وهناك درع الأوزون الذى شكلته الأشعة الشمسية فوق  
البنفسجية فى خارج غلافنا الجوى، ليمنع الأشعة فوق البنفسجية من التغلغل إلى  
أعماق فجوات المحيط الجوى. ويمنع هذا الماء البارد المحبوس ارتفاع بخار الماء فوق  
طبقة الأوزون. وهذا يحفظ الماء على الأرض ويوقف التشكيل التلقائى للأكسجين.  
وبهذا يتيح الفرصة للمخلوقات الضوئية، لتصبح المنتج الأوحده لهذا الغاز. وحاليًا  
يشكل الأكسجين ٢١٪ من الغلاف الجوى، وتضفى تفاعلات كبيرة على المجال  
الجوى بما فيه نحن البشر قوى جبارة. ولكن قد يعقد المرء مقارنة بينها وبين غاز  
الأعصاب. الذى سيكون كافيا لتدمير معظم الحياة على الأرض فورًا بما فى ذلك  
البشر.

ولتخيل سفينة فضاء بها مخلوقات فضائية تقترب من هذا الكوكب. ياله من  
جمال، سيكون ذلك مأوى رائعًا وسيهبط من فيها ويفتحون الباب ثم يموتون فى  
جحيم السعير، ياله من كوكب عجيب.

ومن الصعب تخيل كيفية بدء الحياة فى مكان مثل هذا، ولمحاولة اكتشاف ذلك  
يتعين علينا البحث فى تركيب الغلاف الجوى فى الماضى البعيد. ولكن هل يمكننا الآن  
أن نعرف ماذا كان حال الهواء منذ بلايين السنين. على الصعيد النظرى يميل العديد  
من العلماء للاعتقاد بأن الغلاف الجوى الأصيل للأرض كان يشبه الغلاف الجوى  
لكوكب الزهرة والمريخ حاليًا. فمكوناته الرئيسية هى ثانى أكسيد الكربون مع غازات  
أخرى مثل النيتروجين والأكسجين. ولكن هل يمكننا التأكد من ذلك؟ هذا السؤال  
يمثل تحديًا كبيرًا لعلم نظام الأرض. فقط الباحثون الشجعان هم الذين يستطيعون  
تحمل مسؤولية مثل هذا المشروع، ولكنه تم بالفعل، وما كان معروفًا بالفعل نجح فى  
وضع قيود قوية على خيالنا. لذا دعونا نخضع فى الرؤية البعيدة للأكسجين.

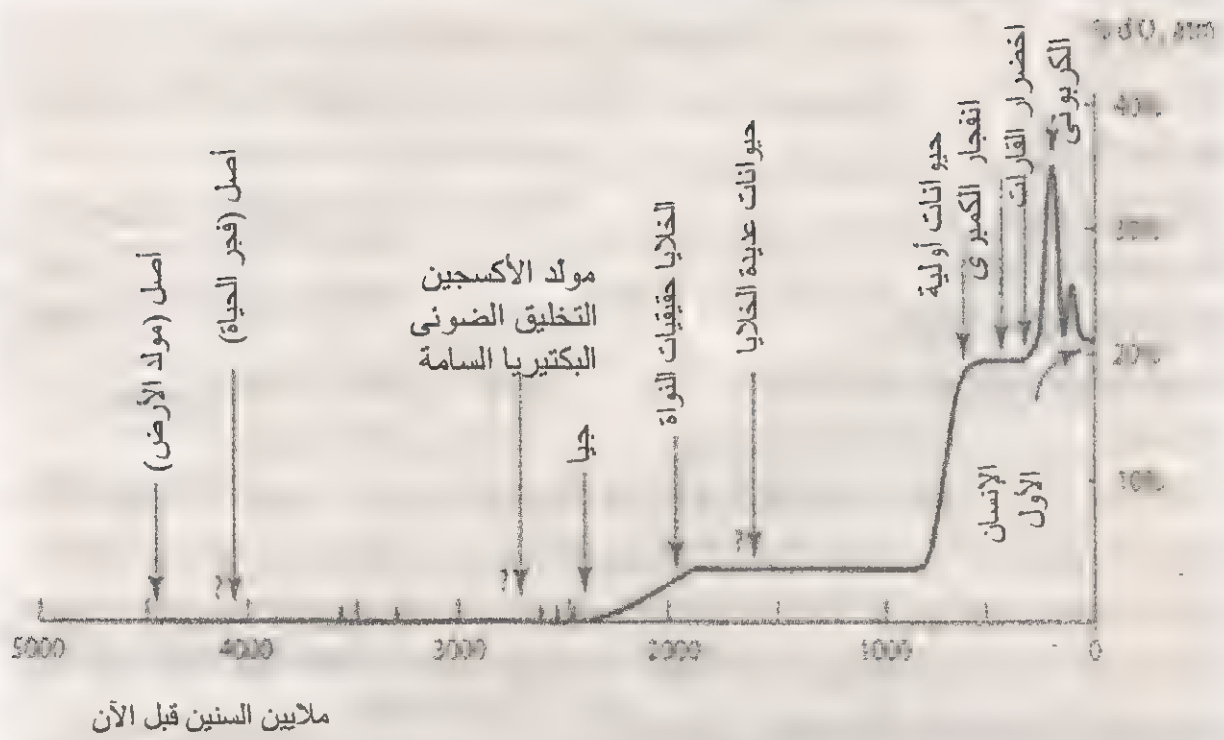
## الفصل السابع

### الهاوية السحيقة

يرغب الصحفيون المتحمسون أن نعتقد بأن العلم هو عمل الأبطال، لكن هذه الفكرة منافية للعقل بالطبع، إلا إذا وصفنا تحصيل العلم في حد ذاته بالعمل البطولي. وعلى الرغم من أن قلة من العلماء سيرفضون هذا الإطار، فإن مكانهم يأتي في مرتبة التابعين. وهم تابعون للحقيقة والإنسانية والكوكب إذا أردت ذلك، ولكن له قدر محدود وبما أن ذلك قد قيل من قبل، فأود أن أشير إلى استثناء واحد، فإذا كان على اختيار البطل المفضل لي في العلم، فسأختار البروفيسور هينرش د. هولاند الأستاذ المتفرغ بجامعة هارفارد. فقد كان من أوائل العلماء النادرين الذين قرروا إعادة دراسة تاريخ أكثر الأجزاء الشاهدة على تاريخ الأرض، وهي المحيطات المائية والمحيط الحيوى والصخور والقارات وبقايا الكائنات الحية، وكان هذا الأستاذ من العلماء النادرين الذين أعادوا دراسة التاريخ. وكان ذلك في الستينيات، عندما اختار عددًا كبيرًا من المتخصصين الذين أعادوا دراسة التاريخ، وكان معظمهم من الجيولوجيين الذين درسوا أكثر الشواهد المادية على تاريخ الأرض والصخور والقارات وبقايا الكائنات الحية. وهو لم يقيد نفسه بآخر جزء من الوقت، لكنه تبنى التاريخ الجيولوجي من البدايات الأولى أي منذ ٤.٥ بلايين سنة مضت وحتى وقتنا الحالى. وقد يتوقع المرء أن شخصًا يمثل هذا الطموح قد يكون من النوع الذى يلوح بيده، ولكن هولاند يعوض المنظور الفخم لمادته بفكر نقدى عال. وعندما تناقش أفكاره معه، ينصت لك بكل عطف، ثم يحبطك ببعض الأسئلة المتصلة والمؤلة والتي لم تطرأ

على تفكيرك قط. ومن الصعوبة مناقشة العلوم مع هولاند، ولكن عندما تجتاز الاختبار فلتعلم أنك على الطريق الصحيح. وقد كتب ديك هولاند العديد من البحوث العلمية والكتب الكلاسيكية حول تاريخ المحيطات والغلاف الجوى. وقد اخترت عنوان كتابه الذى شاركه فيه أولريش بيترسون حول البيئة للفصل السابق، لأن مخاطر الحياة هى ما يدور حوله هذا الفصل.

وكانت تركيبات الغلاف الجوى فى الزمن الجيولوجى الماضى لا يمكن قياسها مباشرة، وكان على المرء تبنى اتجاهات غير مباشرة للبحث عن دلالات فى سجل الصخور. وعلى سبيل المثال فإن التركيب المعدنى للتربة القديمة كان يظهر حجم الأكسجين الموجود فى الهواء، والذى كانت تتعرض له، فمعدن مثل الذهب الخادع أو بيريت الحديد ( $FeS_2$ ) معروف عنه الاستعداد للتفاعل مع الأكسجين والماء مسبباً الصدأ ( $Fe_2O_3$ ) وحمض الكبريتيك أو عند وجود كالسيوم حولهم ينشأ الجبس ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) لذا عندما يكون هناك الكثير من قطع الذهب الخادع فى عينة التربة ولا يوجد صدأ أو جبس فى معنى ذلك غياب الأكسجين. ومثال آخر هو الكلوروفيل؛ هذه الصبغة الخضراء بالنباتات، ونواة جزيء الكسجين المولد للمركبات الضوئية. يمكن للجيولوجيين الكيميائيين (الجيوكيميائيون) أن يدركوا نتائجها المخطم فى عينات الصخور لديهم ويستخدمونه دليلاً على أن المركبات الضوئية كانت موجودة فى الجوار عندما تشكلت الرسوبيات القديمة. وهناك العديد من الفرق حول العالم التى تعمل على تنمية هذا النوع من المعايير، وهولاند هو القاضى المثالى الذى يمكنه تفسير صحة ذلك القول. وقد نشر رؤيته الحالية فى مسألة الأكسجين فى صورة رسم بيانى مع بعض صفحات مليئة بالتعليقات النقدية. ولاختصار هذا النقاش سأترك النقد وأتحدث عن الرسم البيانى (شكل ٧-١) مع التواريخ المحتملة لبعض الأحداث الجيولوجية والتطورية الرئيسية. وينظر هولاند نفسه لهذه النتيجة على أنها صحيحة كفاً، ولكن نتائجها الكمية يجب أن ينظر إليها بدرجة كبيرة من الشك.



شكل ٧-١

تاريخ تطور الأكسجين خلال الـ ٤٦٠٠ مليون سنة الماضية. الزمن الحديث يمثل على يمين الشكل، والمحور الرأسى يعطى النسب المئوية للأكسجين فى الغلاف الجوى.



ويجب ألا ننسى أن الرسم البياني بالشكل ٧-١ هو نتائج العلم ولا يمكن النظر إليه كحقيقة مطلقة. وهناك سيناريوهات أخرى مقترحة حول تطور الأكسجين، ولكن نظرًا للإطار المحدود لهذا الكتاب يتعين على تجاهلها. إلا أن هذا المنحى هو أحد أهم النتائج الحاسمة لعلم نظام الأرض، التي تعكس الرؤية البعيدة لتاريخ الأرض. وإذا ما انتقلنا من الجهة اليسرى لليمنى، سنجد أنها تمثل عملية تطور الأكسجين الجوى المسجل على مر الزمن الجيولوجى - أكثر من ٤ بلايين سنة.

وكما نرى فإن مكون الأكسجين فى الغلاف الجوى كان يقترب من الصفر فى الأيام الأولى، وبعد ذلك بكثير ظهر فى عدة أنشطة مفاجئة، حتى وصل، كما هو متوقع اليوم إلى مستوى ٢١٪. ومعالجتى لهذا التقدم الكبير يجب أن تبقى محكمة، برغم أننى سأحاول أن أظل على مقربة من الحقائق قدر المستطاع. وسأركز بصفة خاصة على بعض الآليات التى يعتقد حالياً أنها المسؤولة عن تشكيل المنحنى، وعلى العلاقة مع تطور الحياة. وفى الفصل الثامن ستفحص بعضاً من المضامين الأسطورية لهذه القصة، ونتدارس تحليلاً لعملية تطور الحجر الجيرى الذى يجب أن يوضع فى الاعتبار (الفصل الخامس).

## آليات على الأرض الأولى

هناك اتفاق عام على أن مستويات الأكسجين كانت منخفضة بحددة منذ نشأة الأرض منذ ٤.٥٨ بليون عامًا، وحتى نحو ٢ بليون عامًا بعدها، ونحو ٢.٤ بليون عام مضت، ومن المحتم أن الأرض كانت مكانًا عاصفًا فى ذلك الحين لأن الطاقة المشعة الداخلية التى تغذى دورة الصخور كانت لا تزال فى حالة تزويد واسع.

وفور أن أصبحت القشرة الأرضية صلبة، فلا بد أن سطحها كان من الفسيفساء المنقولة من الجزر البركانية، والأجسام المائية، فى حين أن الشمس كان إشعاعها أقل كثيرًا فى الكثافة عما نشاهده اليوم. ولمنع تجمد المياه فلا بد أن الغلاف الجوى كان غنياً بالغازات الصادرة عن الصوبات الزجاجية للنباتات، مثل بخار الماء، وثانى أكسيد الكربون، وربما غاز الميثان. وفى الحقيقة فإن معظم الخبراء اليوم يوافقون

على أن درجة حرارة الغلاف الجوى قد تصل إلى ٨٠ درجة مئوية. وللغرابية أن الكيمائيين الجيولوجيين (الجيوكيميائيين) لديهم مادة علمية تبين أنه من الممكن أحياناً أن تتطور وحدات من الأكسجين برغم أن هذه الأماكن لم تتضمن أكثر من أثر، وهو ليس كافياً على أى حال لإيذاء جدودنا الأوائل (التتوءات الصغيرة فى الرسم البيانى). وما عساه يكون السبب وراء هذه الانحرافات المحلية حتى قبل ظهور التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين؟

وكما نتذكر من الفصل السادس فإن الأشعة فوق البنفسجية بها طاقة كافية لفصل جزيئات الماء تلقائياً، ليتسرب الأكسجين والهيدروجين. وعلى الرغم من أنه فى أرضنا الحالية يعمل الصمام الجوى البارد وطبقة الأوزون معاً لمنع وصول هذا الإشعاع العدوانى للماء، فإنه لم يكن هناك مثل هذا المانع فى الأيام الأولى. وداخل الأكسجين يمكن ألا يوجد أى أوزون، ولذلك يمكن أن تصل الأشعة فوق البنفسجية بسهولة إلى سطح الأرض أو على الأقل للحقول الدنيا الرطبة بالغلاف الجوى. وفور تحرر الهيدروجين يمكنه الهروب إلى الفضاء تاركاً وراءه الأكسجين الحر، وهناك عدة أسباب لبقاء هذه المستويات بهذا الانخفاض الزائد. ولاتعد الأشعة فوق البنفسجية وحدها آلية غير ذات كفاءة لفصل الماء. بالإضافة إلى أن البراكين عالية النشاط قد جاءت إلى السطح بكميات ضخمة من المواد التى تفاعلت فعلاً مع الأكسجين وسحبته من الهواء مرة أخرى. ويمكن للمنتج المتأكسد مثل صدأ الحديد غير القابل للذوبان، أن يتراكم على القشرة الأرضية.

### التعقيدات فى إدارة الأكسجين فى الوقت الحاضر

ظل هذا الوجود المبكر والمحلى المعتدل للأكسجين فى المحيط الجوى شأنًا جويًا بسيطًا نسبيًا، لا يتطلب بالضرورة أن يشمل الحياة. ومع قدوم التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين، والتى قدر بعض المتخصصين ظهورها منذ ٢.٧ بليون عامًا، ستصبح أكثر الأشياء تعقيدًا. دعنا أولاً ننظر إلى الشكل ٦-١، دورة التخليقات الضوئية والتنفس التى ناقشناها بالفعل فى الفصل السابق، وإذا ماسألت عالمًا

بيولوجيا عن أصل الأكسجين في الهواء، فهذه هي الآلية التي سيصل إليها. وكما رأينا في الفصل السابق فإن ناقل الحركة للتخليقات الضوئية للبكتيريا السامة والطحالب والنباتات يجبر الضوء المرئي على فصل جزيئات الماء  $H_2O$  إلى أكسجين حر  $O_2$  وهيدروجين  $H_2$ ، وقد ظهر الهيدروجين للتفاعل إلى الوجود من أجل التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تشكيل مادة عضوية  $CH_2O$  وهي المواد التي تتشكل منها الكائنات الحية. وعلى الصعيد الآخر فإن الكائنات الحية مثلنا، التي تعتمد على التنفس للحصول على الطاقة تسمح للأكسجين والمواد العضوية بالتفاعل حتى يتوافر الماء وثاني أكسيد الكربون مرة أخرى للجولة التالية في هذه الدورة البيولوجية، ومن السهل إدراك أن هذه الدورة البيولوجية للأكسجين ليس لديها القدرة وحدها على عمل تراكمها الجوى. ويتفق الشكل ٦-١ مع الموقف الحقيقى لأن الدورة الواقعية تدور بكفاءة ملحوظة، حيث يعاد استخدام كل الأكسجين المنتج على الفور، فماذا يسبب هذا التراكم؟

لفهم هذه المسألة علينا أن نتخلى عن النظرة الضيقة للبيولوجيا وتبنى منظور أوسع لعلم نظام الأرض. ويوضح الشكل ٧-٢ عرضاً شاملاً لأهم العمليات المتضمنة.

ونحن ندرك الدورة البيولوجية على يسار النظام، وهي تشكل في الحقيقة مصدر الأكسجين والآلية التي يتم بها إنتاج الأكسجين في المقام الأول. بالإضافة لذلك، هناك آليات لتراكم الأكسجين ومصارف الأكسجين المتعددة والمفتاح لتراكم الأكسجين الجوى هو التسرب الدقيق في الدورة البيولوجية.

ويدفن نحو واحد في الألف من كل المواد العضوية المنتجة على المستوى العالمى في الرسوبيات، وهكذا تهرب من طاحون التنفس، وعلى الرغم من التسليم بأن هذا التدفق للمواد العضوية إلى الرسوبيات غير مذكور، فإن دورة هتون للصخور تتصف

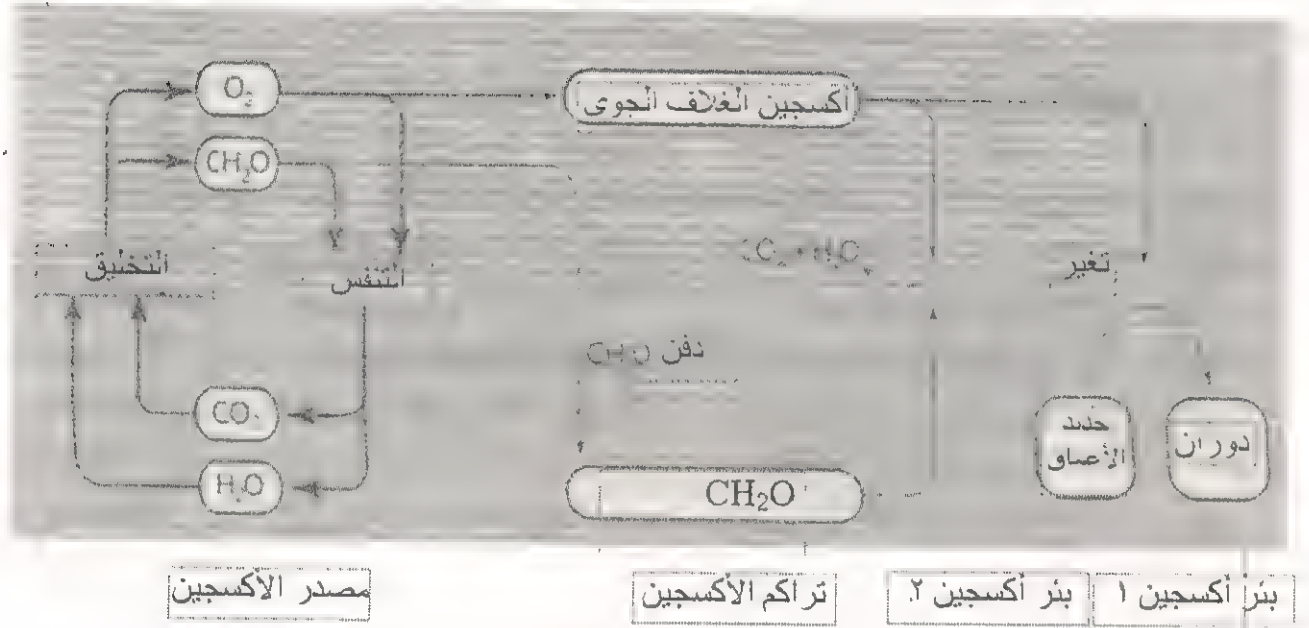
بأنها شديدة البطء، حتى إن المواد تبقى مدفونة لفترة طويلة في حدود ٣٠٠ مليون عام في المتوسط.

ونتيجة لذلك يكون مخزون الكربون العضوى فى الصخور الرسوبية ضخماً، ويوجد ما يعادل ٢٥٠٠٠ مرة من التجمعات البيولوجية الحية اليوم فى الأرض، وتحت أقدامنا، ونحن نميل للنظر إلى الفحم والزيت والغاز كمكونات رئيسية، ولكنها فى حقيقة الأمر وقود حيوى مهم اقتصادياً، ويمثل جزءاً صغيراً فقط من كامل المخزون العضوى، والجزء الرئيسى منها يكون موزعاً فى الصخور الرسوبية كمواد عضوية بدون أى أهمية اقتصادية.

ومع كل ذرة كربون يتم تخزينها كمادة عضوية فى الرسوبيات، يتم سحب جزئى أكسجين من الدورة البيولوجية حتى يمكنها الهروب إلى الغلاف الجوى. والآن يمكننا أن نرى مضامين حاسمة، وبدون دفن كتل كبيرة من المواد العضوية فى الرسوبيات، لا يمكن للأكسجين المجال الجوى أن يتراكم، فى حين أن الدورة الجيولوجية وما تدفنه من مواد عضوية فى الرسوبيات تكون هى القوة الدافعة لتراكماتها وتعمل كمصدر للأكسجين كما أنها هى المحركة لتراكمه. ودورة الحياة تدور بسرعة شديدة، وتدفقاتها تكون ضخمة، لكن مخزونها يكون ضئيلاً. وبالمقارنة فإن الدورة الجيولوجية شديدة البطء وتدفقاتها تكون قليلة، لكن مخزونها من المواد العضوية والأكسجين تكون كبيرة.

حقيقة أن مستويات الأكسجين الجوى قد ارتفعت من الصفر إلى ٢١٪ على مر الزمن الجيولوجى، فذلك يعنى أن تجمعات المواد العضوية فى الرسوبيات قد زادت تلازماً. وإذا افترضنا أن التركيز الشديد للمواد العضوية فى الرسوبيات قد بقى ثابتاً طوال الزمن الجيولوجى، فيمكننا الاستنتاج بأنه كان هناك اتجاه نحو تجمعات كبيرة من الرسوبيات.

ولفهم ذلك علينا أن نتذكر أن الرسوبيات قد وجدت في دورة الصخور لهتون، وما هي إلا تراكمات نتيجة لعملية تجوية مستمرة مستمدة من القارات ووزعت حولتها أسفل المنحدر القارى على سطح المحيط. وقد رأينا أيضًا في الفصل الرابع أن ما أطلقنا عليه دورة الصخور هو في الحقيقة عملية لولبية لأن التجمعات القارية تتزايد مع كل مرة تلف فيها الدورة. وإذا سلمنا بأن هذه الزيادة القارية تتضمن تشكيل تجمعات أكبر وأكبر من الرسوبيات، فسوف نبدأ فهم السبب في استطاعة الأكسجين الترسيب في المجال الجوى، والفاعل ليس الحياة فقط كما يميل البيولوجيون للاعتقاد، ولكنها الحياة ودورة الصخور معًا. وعلم الجيولوجيا وعلم البيولوجيا وحدهما ليسا قادرين بالقدر الكافي على فهم قصة الأرض ونحن في حاجة إلى المنهج المتكامل لعلم نظام الأرض.



شكل ٧-٢: الآليات التي تحدد تراكم الأكسجين الجوى.

يسارًا: الدورة البيولوجية للتخليقات الضوئية والتنفس والتي تعمل منتجا للأكسجين الجوى.

الوسط: دفن المواد العضوية  $CH_2O$  في الرسوبيات الذى يتسبب في هروب الأكسجين للغلاف الجوى وتراكمه. تراكمت المخزون العضوى الكبير فى أعماق الأرض كجزء من دورة الصخور، وتتطلب إنتاج الحرارة الداخلية للأرض.

#### مصرف الأكسجين (١)

تأتى دورة الصخور بالتجمعات الرسوبية بمخزوناتا من المواد العضوية إلى سطح القارة. وبناء على تعريضها، تتفاعل المواد العضوية مع الأكسجين الجوى مكونة ثانى أكسيد الكربون والماء فتصبح متاحة للدورة البيولوجية. وتأثير عملية التجوية هذه هو التقليل فى حجم مخزون الكربون العضوى والحد من تراكم الأكسجين الجوى.

## مصرف الأكسجين (٢)

تعتمد الآلية الثانية للحد من المخاطرة والتي تعد من الأهمية للأرض الحديثة على تعريض الكيماويات الملفوطة من الأكسجين على سطح القارة والمحيطات من خلال قوى تكتونية مثل البراكين والمادة الرئيسية الملفوطة هي  $Fe^{2+}$  وهي قابلة للذوبان في الماء، وبها تشكيلة من الحديد شديد التفاعل مكونة صدأ رسوبياً على الحديد بعد التفاعل مع الأكسجين الجوى. وبسرعة ترتبط كميات كبيرة من الأكسجين الذى هرب أصلاً للغلاف الجوى فى الصدا، ويوجه إلى عمق الأرض. ويبقى فقط جزء صغير من الأكسجين الذى هرب فى الأصل من الدورة البيولوجية فى الغلاف الجوى، ومعظمه يوجد تحت أقدامنا متمثلاً فى الصدا الرسوبى.

وهذا التمثيل غير كامل، فوظيفته الرئيسية هى إظهار أنه لا يمكن شرح تاريخ هذا الغاز فى الغلاف الجوى من خلال الجيولوجيا وحدها أو البيولوجيا وحدها، بل يجمعها معاً فى علم نظام الأرض.

والقصة لا تنتهى عند هذا الحد لأن هناك المزيد من الالتواءات فى آلية تراكم الأكسجين. أولاً فالتجمعات الرسوبية وحملها العضوى لا تدفن للأبد فى عمق الأرض، وأخيراً يعيد نشاط الأرض التكتونى الصخور إلى سطح القارة، وهذه هى المرحلة التى يمكن فيها لتجوية الصخور القيام برد فعل متأخر بين المواد العضوية المدفونة والأكسجين الناتج وثانى أكسيد الكربون والماء، فيصبح متاحاً مرة أخرى للكائنات الحية ذات التخليقات الضوئية. وتجوية الصخور تضع حداً لحجم المخزون الرسوبى وتراكم الأكسجين، ومع التجوية تكتمل دورة الكربون أو لولبية الكربون العضوى والأكسجين الحر.

وقد ذكرت بالفعل خطوة وحيدة أخيرة فى إدارة الأكسجين على الأرض: العوامل غير البيولوجية للأكسجين التى تأتى بها البراكين والقوى التكتونية الأخرى (مصرف الأكسجين، بالشكل ٧-٢).

والممثل الرئيسى لهذه المواد هو الحديد وهو موجود بكثرة فى الصخور فى أعماق الأرض، وغالبًا ما يكون فى صورة مذابة فى الماء، ويتفاعل بقوة مع الأكسجين الحار مكونًا صدأ الحديد غير القابل للذوبان. ولنا أن نتخيل أنه فى بداية الأرض الباكرة مع هذا الكم القليل من الأكسجين الحار، تعرض الكثير من هذا الحديد للتفاعل على سطح القارات أو ذاب فى مياه المحيط. ومع بدء دورات الكربون العضوى تبدأ العمليات الجيولوجية والبيولوجية العمل معًا لتوصل الأكسجين الحار، أخذت هذه الإمدادات المستمرة من الحديد التفاعل، وبسرعة أخذت الغاز من الهواء، ولذا كان من الصعب عليه التراكم. وهذا يفسر لماذا لم يتبع عملية تطور التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين، التى يعتقد أنها كانت منذ ٢.٧ بليون عام وأدت إلى ارتفاع الأكسجين الحار. (الشكل ٧-١).

وافترضًا بأن هذا السيناريو كان سليماً، فقد استغرق قاع الأرض ٣٠٠ مليون عام (حتى ٢٠٤ بلايين عام مضت)، قبل أن يبرد بشكل كاف ويكون قادرًا على منع تراكبات الأكسجين الحار.

وهكذا يمكن أن نعتبر أن تجوية المواد العضوية وتكوين الصدأ على الحديد القادم من عمق الأرض كعاملين أساسيين كانا يعملان على الحد من تراكم الأكسجين الحار فى الغلاف الجوى.

الشكل ٧-١ يبين الاعتقاد بأن الأكسجين قد تراكم فى نشاطين رئيسيين، ويفصل بينهما فترات طويلة من التفاعل الكيميائى خارج الأرض. ولا يوجد أدنى شك أن تبريد الكوكب قد لعب دورًا مهمًا فى هذا التاريخ، حيث عمل على إبطاء سرعة تزويد المواد العضوية القديمة والحديد المتفاعل، وبالتالى السماح بوجود الأكسجين الجوى. وكانت كميات الأكسجين الممتصة من الهواء بدءًا من الحديد وانتهاءً بالصدأ فى التجمعات الرسوبية كبيرة، وخاصة فى المراحل الأولى من تاريخ



الكوكب. وبالمقارنة فإن الأكسجين الجوى فى الوقت الحاضر ما هو إلا نفثة غير مهمة، إلا أن هذا الذى يبدو تافهًا إنما هو أساس فى توجيه عملية تطور الحياة والتشكيل الكيمياءى لهذا الكوكب، وقد ساعد على وضع الأرض فى حالة البيضة الراقصة بعيدًا عن التوازن الديناميكى الحرارى.

ومن المفيد أن ندرك أن هناك قوتين دافعتين رئيسيتين تعملان على حفظ البيضة الراقصة للأكسجين الجوى عاليا فى الهواء، وفى حين أن الرؤية البيولوجية المحدودة، كما هو ملخص فى الشكل ٦-١ وعلى يسار الجدول للشكل ٧-٢، لاتدرك سوى الإشعاع الشمسى، فإن علم نظام الأرض يضيف هذا الدور الذى لاغنى عنه للطاقة النابعة من باطن الأرض. وهذا المصدر الحرارى الداخلى هو ما يسبب دورة الصخور، وهو يمد الغلاف الجوى بمزيد متواصل من التغذية، ويسبب دفن المواد العضوية فى الترسبات المتراكمة، وكذلك تمكين المصرفين الرئيسيين للأكسجين من خلال المجرى بالصخور إلى سطح الأرض، وأخيرًا فإن تجوية الصخور الحقيقية مع التخلص من الأكسجين من الغلاف الجوى، تعد عملية فيزيقية وكيميائية وبيولوجية معًا وتعتمد بشكل كبير على الطاقة الشمسية.

## الأكسجين والتطور

من المدهش أن الأرض قد بدأت تحت ظروف لو عاصرناها لاختنقنا على الفور. ولكن هذا منطقى، لأن الكائنات الحية الأولى لم تكن لتحيا فى وجود مثل هذا السم القاتل، وأيضًا لأن أيًا من البكتيريا البدائية المعروفة اليوم ما كانت لتستطيع الحياة فى وجود الأكسجين. فى الأيام الأولى كان ما يعرف بالكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية التى نجدها اليوم فى المستنقعات والقنوات ذوات الروائح الكريهة وكانوا هم أسياد المجال الحيوى، ولم يشعروا بالقلق بشأن الأكسجين الحر، حيث لم يكن يوجد منه سوى القليل.

وكان أول ظهور كبير للأكسجين الحر منذ نحو ٢.٤ بليون عام. وكان "حدث للأكسجين العظيم" كما أسماه هولاند، لابد أن يميز أحد أهم الأحداث الدرامية في تاريخ الأرض. وعلى الفور تصيد الأكسجين المتصاعد غاز الميثان القوي المتولد عن الصوبات الخضراء، وحتى يومنا هذا أصبح مسئولاً عن تنظيم الطقس على مستوى الكرة الأرضية. وقد نشأت ثلاثة عصور جليدية واستمرت حتى ظهرت آلية جديدة لتنظيم الطقس. ومنذ "حدث الأكسجين العظيم" وحتى الآن، كان دور مستنشقي ومحبي الأكسجين في الظهور على الكرة الأرضية، في حين بحثت الكائنات الحية التي تتجنب الأكسجين عن مأوى لها في أماكن لا يدخلها هذا السم. ولحسن الحظ فأمامهم المحيط كله متاح لهم، لأن هذا الحقل سيستمر ويبقى خائفاً لفترة طويلة قادمة. ولكنهم أيضاً كانوا قادرين على البقاء في جوار أماكن بها كثير من الأكسجين، وحيث كانت الحياة القائمة على الأكسجين مزدهرة. وحتى اليوم يمكنك أن تجدهم في أحشائنا وفي مستنقعات المياه ذات الروائح الكريهة، وفي العيون الحارة فخواصهم غير القيمة تسمح للاهوائيات بلعب دور محوري في النظام البيئي كله.

وعلى المدى الطويل، عندما كانوا يمثلون الكائنات الحية الوحيدة، قاموا بإنشاء طرق للتمثيل الغذائي متنوعة واسعة، وتسمح لهم بتدوير كل العناصر الغذائية وتخليص أنفسهم من كل أنواع المواد السامة. وفي الأعماق، تحفظ الأنظمة البيئية الأكسجينية المجالات اللاهوائية التي تسمح لسلالة اللاهوائيات بأداء وظائفها لصالح المحيط الجوى.

وبمرور ٢ بليون عام وصل الأكسجين إلى مستوى مستقر نحو ١٠٪ من النسبة الحالية، واستمر هذا لأكثر من بليون عام. وفي الشكل المنشور أشير إلى حدث رئيسي تم في هذا الوقت الكبير من الزمان: هو ظهور ما يسمى بخلايا النواة الحقيقية وهي كائنات حية مركبة وتمثل نظمًا بيئية في حد ذاتها وتم إنتاجها من خلال التكافل وانصهار اثنين أو أكثر من نسل الكائنات الحية الدقيقة مع الأيض التكميلي.

وكل خلايانا وخلايا النبات من هذه الكائنات، ولكن ممثليها الأوائل كانوا من النوع أحادي الخلية. والأغلبية العظمى من خلايا النواة الحقيقية متخصصة إما في التخليقات الضوئية مولدة الأكسجين أثناء عملية التنفس المعتمدة على الأكسجين أو في كلا الوظيفتين معًا. ولا توجد لديها هذا التنوع الأيضي الكبير لعالم البكتيريا، ولكنها رائعة فيما تقوم به. ولهذا السبب أصبحت مكونات سائدة للكتل البيولوجية الحية. ويمكن التعرف على حفريات أحادية الخلية الأولية في الصخور، وذلك لأن حجمها من أكبر أشكال الحياة الأصلية، وهذا مهم جدًا لأن الزيادة في الحجم تمثل آلية دفاعية ضد ضغط الأكسجين، وهي تعمل على خفض المعدل بين منطقة السطح والحجم، وبذلك تقلل كمية الأكسجين التي يمكنها اختراق العمق الخلوي لكل وحدة زمنية، وهكذا فأحد الأسباب المتعددة لظهور النواة الحقيقية قد يكون هو الزيادة في الحجم التي تمثل استراتيجية دفاع ضد مستويات الأكسجين المتزايدة.

وما بين ٨٥٠ و ٥٤٠ مليون سنة مضت، كان هناك نشاط رئيسي ثانٍ للأكسجين حتى وصل إلى مستويات قريبة من المستويات الحالية، وكأن الأرض قد استيقظت من نوم طويل لتدخل في فترة مضطربة. ووفقًا لذلك تشابكت كل القارات معًا في تجمع أرضي عظيم وعصور جليدية حادة تتغير مع الأحداث المثيرة.

ومهما كانت العوامل المسببة لهذه المستويات المثيرة للأكسجين لتصل لمستويات الوقت الحاضر، فالحقيقة أنها قد حدثت وتم توثيقها بشكل جيد.

وحتى الآن نحن نألف بشكل كاف تناقص الأكسجين وهو ما يؤهلنا للتكهن بالتضخم الكبير في الضغط على الأرض، والكائنات الحية بها، ومثل هذه الزيادة هي سم قاتل لا بد أنها قد تركت علامات لا تُمحى من السجل الجيولوجي.

ويبقى ملمح واحد على قدرٍ مهم من الأهمية فمنذ نحو ١.٦ بليون سنة مضت وبصفة خاصة في الفترة الأولى ما بين ٨٥٠ و ٥٤٠ مليون سنة، كان معدل الأكسجين

المتزايد واحدًا من ضمن العوامل التي تعمل على كبر حجم العديد من الكائنات الحية. وكما تذكرون فهذا كان آلية دفاعية ضد سموم الأكسجين، لأن منطقة السطح للكائنات الحية الأكبر، تكون أصغر لكل وحدة من الحجم. وفي الصخور نجد تجمعات للكائنات أحادية الخلية، فتبدأ صغيرة ثم تتضخم في الحجم إلى الدرجة التي يصبح تكوينها من ملايين أو بلايين الخلايا.

وهذا الحجم العملاق يتطلب إعادة تنظيم معقدة، فالشكل الخاص بالكائنات الحية يصبح معقدًا للغاية، وينطوي على احتمال وجود فوارق متطورة داخل العديد من الأعضاء والأنسجة، وما يسمى بالحيوانات "إيدياكاران" *Ediacaran* المكونة من أعضاء حية غريبة شبيهة بالحيوان، وتكون مدعمة بهياكل غضروفية داخلية وقد أخذت وقتًا طويلاً قبل أن تنقرض عندما انتهى آخر العصور الجليدية المحددة لهذه الفترة. ويمكننا أن نرى شيئًا جديدًا في الهواء فقط من المشهد الخلفي، شيئًا غير متوقع وله طابع ثوري يُتيح له إمكانية تغيير وجه الأرض للأبد. هذا هو فجر الحداثة طبقًا لعلم نظام الأرض.

### العصور الحديثة

يمكنك أن تراها في الرسوبيات، خاصة عندما تتراكم مثل الحبيبات الدقيقة والطين في مياه البحر، وقبل التطور كانت هذه الصخور تتكون من صفائح رقيقة قطرها ملليمتر واحد، وتكون الملايين منها في شكل رواسب كثيفة. وعقب التطور اختفت هذه الصفائح تدريجيًا حتى ذهبت بلا عودة. ولابد من وجود شيء قام بدفع هذه الطبقات بشدة قبل اتحادها في صخور صلبة متماسكة.

واليوم نجد كل أنواع الحيوانات في هذه الأنواع من البيئة: الدود - الفريديس - القنقد - المحار ذو الصدفتين... وهكذا، وهى تأكل بطريقتها خلال الترسيبات السطحية بحثاً عن بقايا أشياء حية. وقد تم التقدير بأن هذه الترسيبات الغنية بالمواد العضوية يمكن أن تمر في أمعاء المثات، ويمكنك أن ترى البقايا المقواة من أكوام الترسيبات وكأنها ديكورات على الأرض أو على جدران النباتات الضخمة. ومن المفارقات أن تعتقد بأن هذه الصخور الجميلة هي مجرد أكوام من الفضلات، وعندما لا نجد هذه الصفائح فعلياً التأكد بأن هذه الصخور من العصور الحديثة.

وهذه الكائنات كانت تأكل بطريقتها خلال الترسيبات الوحلية، كانت في حاجة إلى عضلات ومستوى عالٍ من المرونة وقليل من الخشونة، وهذه الميول الطبيعية هي علامات على تطور متقدم للحيوان، فقبل ظهورها لم تكن الحيوانات تفعل أى شئ سوى الحياة فوق قاع البحر وكانت تتغذى على المخلوقات الميكروسكوبية المغمورة بالمياه، أو التى تغطى السطح الرسوبى، ولكن مع ظهور المزيد والمزيد من الحيوانات على الساحة بدأ يأكل بعضها بعضاً. وعلاوة على عضلاتها ومرونتها أصبحت تحتاج لدروع وقشور للحماية، في حين أن تطور النظام العصبى سيحسن كثيراً من كفاءة ردود أفعالهم. وهذا الحدث بدأ منذ ٥٤٣ مليون سنة كما هو مثبت في التاريخ الراديومتري المعقد، واستمر لأكثر من ١٠ ملايين سنة. وخلال هذه الفترة القصيرة (فماذا تعنى عشرة ملايين سنة على مستوى العصور الجيولوجية)، ظهرت كل مجموعات الحيوانات الرئيسية على الساحة، وقد خلق الانفجار الكبير للحيوانات عملية تكاثر كبيرة في النظم البيئية البحرية المتنوعة فوق سطح الرواسب المائية وأسفلها. وقد جاء هذا الحدث للمياه من أحداث لتركيبية عجيبة جمعت بين الجوع والقسوة وضغط الأكسجين، وهذا هو ما زاد من تعقيد هذا الكوكب.

وقد استغرقت هذه النباتات مثل الطحالب وحشيشة الكبد ٤٤٠ مليون سنة للاستقرار على القارات، ونتيجة لذلك شقت حيوانات مثل العقارب وأم أربعة وأربعين طريقها على الأرض. وقد نشأت النباتات الأولى من الطحالب البحرية

الخضراء، ثم ظهرت النباتات ذات العروق. وفي خلال ٣٠٠ مليون سنة احتلت كل الأراضي المنخفضة بكثافة مثل المستنقعات والغابات الاستوائية الكبيرة التي زحرت بالطحالب وأبواغ السرخسيات والنباتات الزهرية العملاقة.

وقد كان وراء هذا النجاح الباهر كيمياء عضوية جديدة هي اللجنين أو المواد الخشبية، التي احتاجوا لها لدعم البراعم والفروع التي سمحت لهم بالوصول إلى ضوء الشمس بشكل أفضل من منافسيهم، وفي هذه الأيام كان اللجنين نوعاً من الملوثات مثل البلاستيك في عالم اليوم، وذلك لعدم وجود كائنات حية قادرة على هضمه. وقد تجمعت وتراكمت كميات ضخمة من الغابات الميتة، وبمرور الوقت تحولت إلى أكبر رواسب الفحم على الأرض، وهي التي تشكل مصدرًا رئيسيًا للطاقة في مجتمعنا الحديث. وهذه هي الكيفية التي تسبب فيها اللجنين في زيادة مخزون الكربون العضوي الترسبي. وهو ما دفع الأكسجين الجوي إلى مستوى مذهل قد يصل إلى ٣٠٪. وتشير رواسب الكربون لاحتتمالية اندلاع حرائق بالغابات مرة أخرى تبدو نسبة الأكسجين العالية هي العامل الأكبر، الذي يدفع بهذا التضخم وقد جعلت السرمان ذات الأجنحة التي تصل إلى ٨٠ سم والعناكب العملاقة والعقارب الكبيرة من الغابات الاستوائية مكانًا مثاليًا لفيلم رعب جديد لسبيلبرج.

وعقب ذلك، تسبب تطور الفطر مؤخرًا في عودة الأكسجين للمستويات التي نعيشها اليوم. وكلنا يعلم أن الفطر يجد طعامه خلال الغابات الميتة ويطور نظامًا إنزيمية قادرة على تحويل اللجنين إلى كتل سهلة الهضم.

هذا وقد انكششت الحشرات العملاقة فور عودة الأكسجين إلى مستويات أقل خطورة.

وعلى الرغم من وجود عوامل أخرى غير ارتفاع نسب الأكسجين التي من شأنها زيادة حجم الكائنات الحية، فإن تضخمنا نحن قد يساعدنا في إدراك أي مدى تحركت الأرض من مكانتها الأصلية، منذ أن كانت البكتيريا هي الكائنات الحية

الوحيدة الموجودة عليها، ويمثل جزءاً مقطعيًا من البكتيريا نحو 1/2 ميكرومتر مربع. وباستخدام ميكروسكوب إلكترونى يمكننا تكبيرها ملايين المرات. لذلك فى الصورة نجدها تحتل 1/2 متر مربع أى نحو حجم طفل، إذا كبرنا أنفسنا بنفس الطريقة فسيصبح الجزء المقطعى فى حجم سطح فرنسا أو تكساس. وإذا وقفنا بكامل طولنا بدءًا من قاع البحر العميق فلن تغطى المياه سوى أصابع أقدامنا فى حين أنه سيصل الغلاف الجوى إلى كواحلنا فقط. أما بالنسبة لباقى أجسادنا فستمتد إلى عمق الفضاء. ومن وجهة نظر أجدادنا الأوائل وصغارهم البكتيرية، فنحن عمالقة حقًا ويحتمل أن ندين بذلك التضخم للأكسجين الذى نتنفسه براحة كبيرة وندين لحجمنا الفلكى بهذا العقل الكبير الذى أعطانا الفرصة لكتابة هذا الكتاب والسماح لك بقراءته. والحق أن منحنى الأكسجين فى (الشكل ٧-١) يعكس قصتنا. إنها فقط منذ ملايين معدودة من السنوات حيث ظهر مبدأ جديد للتطور من عالم العمالقة المخيف. وقد ظهر الفكر اللاملموس على الساحة على استخدام متقدم للأدوات وطرق جيدة للتواصل. ونحن أنفسنا قد نمثل أكثر الخطوات أهمية فى عملية التطور، حيث يمكننا التكيف مع أى بيئة. وتغير العالم الذى يصعب إدراكه للأفضل أو للأسوأ. وأقترح أن نترك نقاش هذه المرحلة المميزة إلى تاريخ الأرض فى الفصل التاسع.

### العمق السحيق والسطحية الضحلة

مهما كان سحر استعادة الأكسجين، فعلينا أن ندرك أنه فى الواقع قد اتجه إلى منحى آخر، والحقيقة أننا عندما نعرف بالفعل النتائج النهائية، يبعد عنا الكثير من الرهبة، ولتخيل اثنين من الدخلاء على الأرض الأولى، ومعهم الوقت الكافى والقدرة على تحمل متابعة العملية حتى الآن. ومع الوقت يبقى المستقبل غير ممكن التنبؤ به، وكل حدث من الأحداث التى ناقشتها يأتى كمعجزة وظهور غير متوقع. وفى نحو ٢.٧ بليون سنة بدأ أحدهما وهو عضو فى حركة السلام الفكرية فى الصراخ قائلاً: "أوقفوا التخليقات الضوئية للأكسجين" فهذا الغاز المخيف سيحطم الكوكب

بأسره. وقد حبسوا أنفاسهم وكان عليهم الانتظار لمشاهدة كيف يقوم أفق الأكسجين بالبناء والإساءة بصلافة، حيث إن العالم يتحرك بعيدًا عن وضعه الأصلي متأرجحًا طوال الوقت على شفا الكارثة، وتظهر تكتلات صغيرة من المواد الحية على الساحة حيث يتخذون خواص عملاقة ويتحورون في أشكال غريبة من كل نوع حتى يغطوا الكوكب. ومهما كانت النظرة لها فكل ما أتمناه أن توصل هذه القصة بعض الإثارة الخاصة بعلم نظام الأرض.

لكن يجب ألا ننسى كيف أن هذا السرد عليه أن يظل باقيا على السطح، فهو لا يتعدى كونه عرضًا سطحيًا لجسد هائل من المعرفة، والخبرة التي جاءت بعد قرون من البحث الشاق، يمكن أن نقول إن قصة الأكسجين قد ظهرت من التطور الثقافي للإنسانية. ومع ذلك، فلا يمكن لأي عقل مهما كانت درجة تعلمه أن يدرك كُليا عمق وحدود تشعباتها.

وحتى يصلك طعمها، حاول أن تتخيل ما يجري في عقل "ديك هولاند" بطلنا في العلوم وهو يتأمل في هذه الأشياء. ففي خلفية عقله، هناك زمن من الخبرات في مجال الجيولوجيا بكل أرجاء العالم البعيد ومعرفة لكل الصخور المعروفة. ومن خلال رحلاته تجشم عناء جمع آلاف العينات وتحليلها في معمله وبحرص شديد فسر نتائجها. وقد قرأ بشكل نقدي كل الأعمال الأدبية العلمية المتصلة، وبصبر كبير أشرف على أبحاث تلاميذه وعلق على نتائجهم في مناقشات لا تنتهى، وكان حضوره للعديد من اللقاءات العلمية فرصة ليتعرف شخصيًا على عمل زملائه، وخلال كل هذه السنوات والأيام والليالي كانت قصة الأكسجين تدور في ذهنه.

وقد توصل بحدس عميق للحكم على أهمية المادة ومدى المصادقية والاعتماد على ما جاء به زملاؤه. وهكذا وعلى مدار السنين بعدما نضجت قصة الأكسجين برأسه لم يعد على صلة حميمة بالواقع. وبإقرار ذلك ندرك نحن أيضًا أن هولاند وعلى



الرغم من شهرته الواسعة، فإنه ليس أكثر من نقطة ننحنى لها في شبكة العلوم العظيمة. ومن هذا الوسط ظهرت قصة الأكسجين المحكمة. وللعجب أننا حتى لو تجاهلنا، افتراضًا، كل التفاصيل فنحن غير المتخصصين في المجال نستمتع بها ونستخدمها في توجهاتنا. ولاقتناعاتنا بالطبيعة السامية للأرض، فإن هذه المعرفة التي تم اكتسابها بشق الأنفس هي أكثر إقناعًا من التأملات الحديثة للمثاليين الذين تحولهم العواطف.

وأخيرًا، يجب ألا ننسى شيئًا واحدًا فكل حكمة ومعرفة من الإنسانية ما هي إلا خدش على السطح. فالأكسجين الذي نتنفسه قد بدأ بصعوبة شديدة في البوح بأسراره، ولنتذكر أن العلم مازال في عصره الحديدي.

## الفصل الثامن

### أعماق جذورنا

#### ١ - العلم والأسطورة - علاقة مركبة

بعد استعراض علم نظام الأرض في الأبواب السابقة، نصل الآن إلى لبّ النقاش في هذا الكتاب، فالأمثلة التي عرضتها قد تكون شائعة، ولكنها تحمل مضامين كبيرة تحتاج إلى الفحص. وقد افترضت في السابق أن التغيرات المسؤولة عن وجودنا تجبرنا على البحث المستمر في مجموعات الأساطير المختلفة التي نواجهها، وأكرر أنه من خلال الأسطورة - يمكنني فهم التفكير الموضوعي الذي يُضفي صبغة على وجودنا والتعامل على ما هو طبيعي، ومع القيم والخير والشر والجمال والقبح. وعقولنا تملؤها الأساطير، وهي تنبع من الحياة نفسها. وفي هذا الكتاب أفحص مصدرًا محددًا للتفكير الأسطوري - هو اقتفاء العلوم؛ فالعلوم تمثل منعطفًا يتطلب إعمال الفكر، وتعد خطوة على منتصف الطريق في دورة التفكير الأسطوري والتجريبى والعقلانى. فيجب تفحص العالم الحقيقى أولاً بشكل موضوعى قدر الإمكان، ووقف أى إغراء يؤدى إلى الذاتية أو اللاموضوعية، وذلك قبل أن تختزل بهدف المنفعة والتوالد والتزايد غير المحصى للهلوسات الأسطورية، ويضع في المقدمة أصواتها وإيقاعاتها الأسطورية. والعلوم الأساسية تمتلك المقدرة على إنتاج أساطير واقعية. إن هذا النوع من الأساطير يمكنه أن يقدم ضوءاً داخلياً ومستوى كبيراً من الانفصالية. وفيما يخص المشاكل العالمية المترتبة على التغيير، يبدو أن علم نظام الأرض قد صمم بحيث يقوم بتوجيهنا، ويجب أن نبقى حريصين على ذلك التوجيه.

في الباب الثالث ناقشت كيف أدى التحالف بين العلم والأسطورة في القرن التاسع عشر إلى انحراف غير محمود. وقد طولبت الجيولوجيا بإثبات حكمة الخالق، وذلك بغرض تدعيم الوطنية الأمريكية وإظهار تأييد الإله للاتحاد خلال الحرب الأهلية بالولايات المتحدة الأمريكية. وعلى الجانب الآخر من الأطلنطي كان نفس الانشغال بالعلوم، وهو ما تجسد في الحماقة التي تسمى "بوفارد وبيكوشيت" التي وصفها بحيوية بالغة جوستاف فلووير. وفي منتصف عام ١٨٧٠ تم التحرر من الأساطير، وبدأ العلم يسير في مداره بحرية، إلا أن التحرر من الأساطير لم يكن كاملاً. وفي مرحلة الكتابة كنا في منتصف أزمة اقتصادية حادة، جادل بعض الاقتصاديين في وسائل الإعلام قائلين إن مجاهم يحتاج إلى أساس أخلاقي جديد. ومن المفيد أن ندرك أن هذه الفكرة مناقضة تمامًا لما اقترحته في هذا الكتاب، لأن هذا الأساس الأخلاقي سيكون نوعاً من الأيديولوجية الرجعية، وليست متعمقة في العلوم نفسها. وهؤلاء الاقتصاديون إنما هم ضحايا لآلية "بوفارد وبيكوشيت" وأرى أن البديل هو تطبيق العلوم بموضوعية قدر الإمكان وعزل كل الأفكار السالفة. والجائزة الأسطورية قد تنبع مما تم اكتشافه. ومثال آخر لهذه الحيرة، وهو في سياق هذا الكتاب، ألا وهو نظرية أو فرضية جايا للمخترع البريطاني جيمس لوفلوك. وتؤكد النظرية على أن الأرض قد بعدت تمامًا عن الاتزان الحراري الديناميكي، فتسبب ذلك في آليات تغذية راجعة قوية، عبر الدهور، الأمر الذي جعل الأرض ملائمة للحياة. وكان لوفلوك لديه هذه الفكرة في أواخر عام ١٩٦٠، أي عقب ظهور صورة نشوء الأرض أثناء العمل في وكالة ناسا في بعثة المريخ، ومع مجموعة بارزة من العاملين، استطاع أن يكتب عن هذا المبدأ في مجموعة مقالات علمية مع موجة الخيال محققاً أكثر الكتب مبيعاً. وبعدها مباشرة أخذ مثاليو العصر الجديد جايا إلى الظهور مرة أخرى، مثلما حدث في القرن العشرين مع بوفارد وبيكوشيت. واستطاعوا تغيير الفكرة على النحو الذي يروق لهم، وعندما يأتي القمر بأنواره الساطعة على تلال كاليفورنيا،

يمكن للمرء أن يرى بوضوح أيضًا أنصار جايا الملتحفة باللون الأبيض وهم يرقصون ويقبلون الأرض. وقد ارتعبت المؤسسة العلمية، ورأيت علماء محترمين (لم يعرفوا مبادئ عن الأرض) يصدقون على جايا وكأنها ثعبان سام، ولحسن الحظ فهناك اسم مستعار لجايا وهو علم نظام الأرض. وعلى الرغم من أنني لا أرى أى فارق في المضمون، فإن كل التمويل يصب على علم نظام الأرض وليس جايا. ومن سخرية القدر أن المصلحة العامة تعمل في الاتجاه الآخر حولها. وقد أصبحت جايا عامة ولكن علم نظام الأرض كان يبدو موضوعًا للأغبياء... كان يجب ألا يأتى كمفاجأة كونه مرتبطًا بجايا ولدى شعور بالإحباط كلما تركت هذا الاسم في أثناء الكتابة لأنه يحبط الكثير من العلماء. إلا أنه يجب أن أتخذ موقفًا بأن الأبحاث الجارية يجب أن تكفى لتفحص المضامين الأسطورية بالعلم وتضمن الموضوعات الجدلية التى ستضعف من مناقشاتي.

وحالة جايا نموذج حديث ومثال لأثر بوفارد وبيكوشيت في التزاوج غير السهل بين العلم والأسطورة. ويجب أن ندرك جيدًا الروابط الواقعية التى يصعب اقتفاؤها. ويقدم لنا الفيلسوف الأمريكى ريتشار تارناس مثالاً سيئاً، وأن ما أنتجه العلم الحديث كان عالماً متحرراً من السحر والوهم وأكثر موضوعية، وجعل العالم خالياً من الأعراض الروحية والمبهمة، ويعمل بدون قواعد، بل بالصدفة والضرورة، دون أى معنى جوهرى. ولم تشعر الروح بنفسها فى الكون الحديث: فالروح يمكنها التمسك بالشعر والموسيقى والميتافيزيقا والدين ولكن لا يوجد أى أساس لها فى الكون التجريبي، والغرابة الكائنة فى الرؤية الدولية الحديثة ما زالت موجودة ونشعر بها اليوم. وفى رأى تارناس أنها تمكن العقل من التفتح للعلاج التكنولوجى والاقتصادى ببراعة، حيث لا يوجد شىء مقدس والقيمة السوقية والقوة والربح تبقى المعايير الوحيدة للأخلاق. وتم إشباع الجوع الروحى بالنهب وأكل لحوم البشر.

والنهاية واضحة فبأى ثمن يجب أن نتجنب أثر بوفارد وبيكوشيت الخاص بالتوالد الأسطوري غير المفحوص، في حين أن القمع المتهور للأسطورة الناشئة عن العلم مدمر وعلى نفس المستوى. والطريقة الوحيدة هي الاستسلام لفكرة التزاوج الحذر بين العلم والأسطورة لاستخدام الناتج. ولحسن الحظ كان منتصف القرن العشرين فرصة لظهور اتجاه متكامل في الأفق. وظهرت مع الرؤية العالمية السامية وصورة نشوء الأرض. وأكد إدجار مورين أحد الموالين لهذا التيار الجديد أن العلاقة بين العلم والأسطورة هي علاقة مركبة، فهي متضادة ومتكاملة والربط بينهما معقول. وإذا لم نكن على قناعة بأن العلم ذو معنى وجميل وخلاب، سيكون اقتفاء أثره هو ضياع للوقت. وما يقوينا هو تضميننا الأسطورة مع العلم ورغبتنا في التوجيه وإنجاز فعل ذي مغز. وتجبرنا الأسطورة المشتقة من العلم على قمع الذات والتحول للموضوعية، وهذه هي الكيفية التي يمكن للأسطورة من خلالها إضاءة العلم وأسطورة العلم.

لذا دعنا نعيد النظر في الأمثلة الخاصة بعلم نظم الأرض التي ذكرتها في الأبواب السابقة، خاصة تطوير تشكيل الحجر الجيري وتراكبات الأكسجين الجوية في الزمن الجيولوجي. ومن الآن يجب أن يكون غرضنا هو فحص مثل هذه النتائج العلمية في ضوء السلاح ذي الحدين: العلم والأسطورة. ويجب ألا ننسى أن هذه النتائج مثلها هو الحال في كل العلوم إنما تأتي من آلية السقطة. وهو توارد كمى من التحقيقات والفحوص التي قام بها أفضل العلماء لعقود طويلة. ولا يوجد أدنى شك حول حالتهم التجريبية العقلانية حتى ولو كانوا متفتحين للتشكك. وعلى النقيض فإنه مع الجهود الحثيثة لمثل هذه العقول المتميزة، يجب أن تكون الأسهم الأسطورية عالية. ومثل هذه البحوث، عزيزى القارئ، تعطى صورة لى ولك. فهم يتعاملون مع المسائل الأسطورية من العصر القديم مثل من نحن، ومن أين جئنا؟ وهم يساعدوننا على التوجه في هذا العالم ومواجهة كل ما يزعجنا ويزيد من اهتمامنا بالكوكب الذى نحيا عليه. وبكلمات أخرى فهم يحطمون قيود الرؤية الحديثة للكون المسحور،

ويصبحون جزءاً من أدوات بقائنا وكل ما أستطيع أن أفعله هو المناقشة المختصرة للأصوات العالية الأسطورية للمفاهيم الأربعة التى ذكرت فى الفصول السابقة: الوقت العميق، النشوء، التطور لآلية التطور والأرض موطننا.

## مفاهيم الأسطورة الناشئة من علم نظام الأرض الأسطورة الأولى: الوقت العميق

الدليل العلمى للوقت العميق يغمرنا. فخلال القرون السابقة قدمت بعض التقنيات المستقلة والمؤرخة عصوراً مليئة بأعداد كبيرة من الصخور من كل أرجاء الكوكب. وهذه المواد متماسكة وبها معلومات مستقلة عن الأحداث فى الماضى الجيولوجى، والحركات التى سجلتها الألواح التكتونية وتشكيل الجبال والتغيرات فى مستوى البحر والارتقاء البيولوجى، وهكذا. وفى العديد من المناسبات وصلت هذه التقنيات إلى درجة الإحكام فى خلال مئة ألف عام للصخور التى يرجع عمرها إلى نصف بليون عام وأقل من ١٠٠٠ عام خلال آخر مليون عام. وبهذه الأدوات يمكننا ليس فقط كتابة تاريخ الأرض، ولكن أيضاً تقييم معدلات العمليات الجيولوجية. وعلى الرغم من وجود عدم الاستقرار، يجب أن نستنتج أنه إذا كان أى شىء فى الجيولوجيا يمكن الاعتماد عليه فهو تأريخ الصخور.

وإذا أخذنا من حياة الفرد عصا للقياس فيبدو حتى مقياس الزمن الإنجيلى ٦٠٠٠ عام بشكل غير اعتيادى طويلاً. ولا عجب أن المسيحيين فى القرون الأولى كانوا متأثرين بهذا العدد من السنوات إلا أنه فى الإطار الأسطورى للإنجيل، فالخلقة كانت غير محدودة حتى يتمكن الخيال من تسكين الفكرة بأن كل تفاصيل التاريخ والكون قد وجدت ملجأ على مدار الوقت، والزمن الإلهى أضفى معنى وهدفاً على كل شىء. والعالم الإنجيلى الذى استمر ٦٠٠٠ عام كان مليئاً بالأساطير ويقدم نقاطاً

مهمة لتكييفنا وتوجيهنا. ويمكن أن يتخيل المرء أن ورود الزمن الجيولوجي كان له أثر محبط، وفجأة تضاءلت القصة الإنجيلية وأصبحت غير ملائمة، وأصبحت الحياة الإنسانية غير ذات جدوى، والكون بدون هدف. والأثر الرئيسي للثورة الهتونية كان أحد أسباب فقدان الاتجاه.

ولفهم كيفية التحول نفسها التي طرأت على الزمن الجيولوجي حالياً، ليصبح مصدرًا لأسطورة جديدة وتوجهًا جديدًا، يتعين علينا اعتبار أن عمر الأرض لا نهائي وغير محدود مثلما هو الحال مع الزمن الإنجيلي. وعلى نقيض حدس هتون الأصلي فإن تاريخ الأرض ليس طاحونة دائرة بدون هدف. وهناك حدود للزمن الجيولوجي، فنحن نتحدث عن ٤٥٨٠ مليون سنة، وهذا بالطبع يفوق خيال البشر، ولأول وهلة يبدو أن ذلك يعكس الرؤية العالمية الحديثة بأن الكون لا هدف له، إلا أنه يوجد تشابه آخر مع القصة الإنجيلية. وكلما تقدم الباحثون الجيولوجيون وكذلك علم نظام الأرض، يتم ملء الفراغ الزمني بالعديد من الأحداث والتفاصيل الغامضة. وقد ذكرت بعضًا من ذلك في الفصول السابقة، ومن ذلك مثلاً التعقيدات الواضحة للأجزاء المعدنية الصلبة وتأسيس نظام معتدل ضد التحجر في المحيطات وبدايات ظهور فكرة الألواح التكتونية ونمو التجمعات القارية، وأصول الحياة، والتمثيل (التخليق) الضوئي والخلايا ذات النواة والحيوانات والنباتات والإنسان وهكذا. والأكثر أهمية هو أن ناتج علم نظام الأرض يؤكد أن الأحداث الرئيسية لا تأتي هكذا بطريق الصدفة، ولكن يرتبط بعضها ببعض وتتناسق معًا في النظم العالمية المتعاقبة، وقد ذكرت على سبيل المثال البرودة الداخلية للكوكب وظهور الأكسجين في المجال الجوي ونشوء الحياة. وهكذا فإن تاريخ الأرض عبارة عن حقبة فارغة من الزمن وخالية من أي معنى طوال الوقت، وترد المادة العلمية لتملأ الفراغ وتتخذ أشكالاً، وبقدوم الرؤية السامية العالمية، مرّ هذا التجمع على أعتاب الفهم، حيث بدأ التحديد

والإدراك للأشياء في النضوج. والأكثر من ذلك أن ندرك أننا نحمل هذا التطور الواسع في كل خلية من خلايانا وأرواحنا. وعلم نظام الأرض الذي أظهر الكوكب يعكس المعنى غير المؤكد للسامية: إنها مسألة شاملة ومركبة، ولكنها في ذات الوقت الملجأ الوحيد لنا في الكون.

ولزيادة التأكيد على إخلاء العصر الجيولوجي، أذكر مثلاً واحداً على المستوى الإقليمي، ففي بداية القرن الثامن عشر، عندما زار الفنان الإنجليزي الرومانسي ج. م. تيرنر جبال الألب أتى بمجموعة رائعة من الألوان المائية التي توضح رؤيته الدرامية للسامية، (انظر اللوحة رقم I و اللوحة رقم II في آخر الكتاب). ففي الماضي في ظل أكل لحوم البشر وقطاع الطرق وفي غياب الأمان، كان يتم تحاشي الذهاب للقمم المغطاة بالثلوج والشلالات والجداول الجبلية. إلا أن عوامل الجذب لها كانت كبيرة، فكانت جبال الألب محتماً أن يمر بها من هو بشمال أوروبا للوصول إلى إيطاليا مركز الحضارة. وفي عهد تيرنر كانت هذه الجبال مفتوحة للمسافرين وعلى الرغم من أن المناظر الطبيعية كانت مخيفة، فإنه يمكن تأملها بأمان نسبي. واليوم مع كل عربات التزلج، تخلصت جبال الألب من بعض هذا التخوف. فقط وأحياناً توجد أكوام الحجارة والثلوج في أعلى الجبال ويكون لها أثر في الإحساس السامي للمتزهين.

ولكن للجيولوجيين أدوات للملاحظة تكون موجودة تحت أمرهم. ففي جبال الألب يدركون تراكم الرسوبيات من المحيط المتشرب وكذلك ضغطها وظهورها، ويرون كيف تفتت التراكبات الصخرية. وبشكل لا يصدق عقل تنزلق الشرائح على قمة كل جانب، وعلى امتداد عشرات الكيلومترات، وكأنها تراكبات جليدية عملاقة طافية على السطح بفعل التيارات والرياح، وتتكشف جبال الألب شديدة التشوه التي تمثل السلاسل الجبلية مع شظايا من أرضية المحيط المختفى والأجزاء المتكسرة من الأرض. ومعظم هذه الصخور تم تشكيلها فيما بين ٢٠٠ إلى ٥٠ مليون سنة وطرأ عليها هذا التشوه لاحقاً.



وتحت هذ الصخور الألية تظهر رواسب ثقيلة من ركام الجبال وتراكم في أماكن عديدة. وهى أكثر تشوهاً مما رأيناه سابقاً. وهذا يذكرنا بعدم التوافق الواضح في نقطة سيكار على الساحل، الأسكتلندى (الشكل ٣-١) مع الفرق في أن الطبقات على سطح التقسيم قد تشوهت في أسكتلندا في حين أنها تكون متعرجة في الألب. وهذه الصخور العميقة تنتمى إلى السلاسل الجبلية المخفية التى تسبق الألب، وهنا يظهر جبلان وليس جبلاً واحداً، واحد على قمة الآخر، وكلاهما بالحجم الضخم. وهما حقيقيان تماماً. ويمكنك أن تمسك ببقاياهما بأصابعك وإذا كانت هذه الأرض الشاسعة من الطبيعة الخلابة قد اعتادت أن تكون سامية، فكذلك تكون رؤية هذه السلاسل الجبلية. وفوق ذلك يحسن إدراك أن هذه التعقيدات كلها قد نشأت فقط في ١٠ / ١ الحقبة التاريخية للأرض.

وبكل تأكيد فإن كل ذلك بعد رؤيتى بالنسبة للجيولوجيين، وللمضى قدماً في عملهم، لا ينبغي أن يشغلوا أنفسهم بالطابع الأسطورى وذلك لشيء واحد، وهو أن لغتهم الوظيفية هى التى تساعد على قمع العواطف. انظر لذلك المنكشف بجانب الغدير الذى تكون في الحركات الفيروكانية والهرسينية والمولاس منذ ٢٥٠ مليون سنة. وإذا كان الجيولوجيون هم سادة في هدم إشارات الصخور، فنحن غير الخالدين يجب أن ندرب أنفسنا على هدم الجيولوجيا، لكشف هذه الثروة الأسطورية. وفي جيولوجيا الألب نرى بعضنا من تاريخنا، ونشعر كيف أننا راسخون في هذا الكوكب وإلى أى حد ننتمى إلى هذا المكان. وبالنسبة للزمن الجيولوجى وحده فهو يسخر من الافتراض الشهير بالمكان الخاص بالإنسان بعيداً عن بقية الكوكب، والفكرة الحمقاء بأن الأرض قد خلقت من أجلنا.

- ومثال الزمن العميق الذى يبين أن الأسطورة المشتقة من العلم قد يكون لها أثر مضاعف على توجهاتنا في الحياة وتكيفنا معها، أولاً فلها وظيفة نقدية حيث تزيج

الالتهامات المغلوطة والبالية، ولكن هناك أيضًا المزيد من الرؤى، ليست فقط الوظيفة النقدية. ويقدم العلم أيضًا مضمونًا أسطوريًا جديدًا في حد ذاته، وهو ما يستدعي الكثير من التدريب والوقت لإدراكه. ولكن فور التوصل لجوهره، يتم زيادة قوة الأساطير المشتقة من العلم. وأدعوكم مرة أخرى للتأمل في قصص الحجر الجيري والأكسجين، فإذا دخلت بعمق في مثل هذه الأبحاث وتفاصيلها، ستبدأ في الشعور بإحساس عميق من الانتماء، وكأنك قد انتقلت من بيتك المتنافرة إلى الإطار الحقيقي للغلاف الجوي والإنسان في مصاحبة للأرض كلها، وهذا هو التوجه والملاءمة والتحرر الذي يجب أن تقدمه الرؤية الطويلة المتأنية للعلم.

### الأسطورة الثانية: النشوء

عندما عرضت مفهوم الظهور في مقدمتي المختصرة لعلوم نظام الأرض في الفصل الرابع، قلت إنها تنطبق على معظم الأشياء الموجودة. فقد رأينا الموسيقى تنشأ من مفاتيح موسيقية، والذرة من جسيمات أولية، والحياة من الأشياء الميتة والنواة من البكتيريا، والإنسانية من عالم الحيوان والعلم من الأسطورة، والأسطورة من العلم، وهكذا فإذا كان حقًا مصطلح الظهور أو النشوء ينطبق على كل الظواهر، فقد يتعجب المرء لكونها ليست زائدة، ولكن هناك أسبابًا وجيهة تتركب بها. أولاً فهي تذكرنا بتعدد الحياة الواقعية والأسباب المتعددة التي تجعلها تعمل، تاركًا التوضيح للأسباب الفردية وآثارها للظروف مثل التجارب تمامًا. ومن المستحيل حقًا أن نشير لسبب واحد بعينه وراء التحول من مفاتيح ونوت إلى موسيقى، ومن الكيمياء إلى الحياة. وهكذا ف وراء كل هذه الحالات يوجد العديد من العوامل الكثيرة مسؤولة عن ذلك. ومصطلح النشوء أو الظهور يرمز إلى الفوارق بين الحديث والرؤية العالمية السامية، مع التأكيد على البساطة والتعقيد. والسبب الثاني لدعم المصطلح هو الإشارة إلى أن أي تطور نشأ من حركة العوامل السابقة الوجود في الطبيعة، إنما هو بيان يدحض

فكرة التدخل الإلهي الخارجي. وفي هذا الصدد فإن ذلك هو ما يجعل الفرق بين أساطير العلم والأساطير غير العلمية. ومؤيدو التصميم الذكي ينكرون، على سبيل المثال، عالمية النشوء والظهور، فهم يزعمون أن هناك معجزات لا يمكن فهمها في ضوء المسببات الطبيعية. ومثل هذه المعجزات يمكن شرحها وتفسيرها فقط إذا افترضنا التدخل الخلاق لقوى ذكية خالدة. وعلى الرغم من أن مؤيدي التصميم الذكي لا يبعدون تمامًا عن مفاهيم الزمن الجيولوجي ونظرية دارون للارتقاء والنشوء، لكنهم يتمسكون بفكرة تدخل الإله باستمرار في تاريخ الأرض والكون بصفة عامة. وهذا المفهوم الإيماني يختلف عن موقف الربوبية لجيمس هتون أبى الجيولوجيا الذى افترض أن الله قد خلق الكون ووضعه على نقطة البداية وأن مخلوقاته كانت من الحكمة بحيث إنه تركهم يتطورون لحالهم.

ومثال جيد على ذلك، هو أصل الحياة، فموقف التصميم الذكي هو أن الحياة لا يمكنها النشوء بمفردها. وإن ذلك إعجاز إلهي يحاول العلماء أن ينسبوه للكيمياء العادية. وانطباعى الشخصى أن مؤيدى التصميم الذكى هم أقل عقيدة من العلماء حيث إن النشوء التلقائى للحياة من المواد اللاحيّة والطاقة يبدو أكبر معجزة من خلقها بخالق خارجى. ومن الضرورى أن يدركوا أن الكيمياء تُهلوس وليست عادية. وعلى الرغم من الجهود الواسعة التى بذلها ملايين العلماء على مدى عقود عديدة. فإننا الآن أمام موقف كى تفهم بشكل واسع التفاعل المتنوع والمتماثل بين الأشياء غير المرئية مثل الجزيئات والذرة والجسيمات البدائية. ويمكننا تصميم وعمل مواد كيميائية بسيطة، ونحن فى الطريق للإمساك بالعمليات الكيميائية داخل الخلية الحية. وهؤلاء الذين يتبعون ويبحثون فى أصل الحياة يحاولون حل أحد الألغاز الكبيرة الممكن تخيلها. وفى معظم المعامل يحاول الكيميائيون بناء تجمعات جزيئية تضاعف نفسها، وهى المواد التى تكونت منها الحياة الأولى، ونجاح هذا البحث يعتمد على الرؤية العميقة داخل الظروف التى تسود الأرض الأولى وتساعد على اكتشاف أماكن أخرى فى الكون حيثما تنشأ حياة أخرى.

وكل هذا يثير التساؤل عما إذا كان بمقدور العلم تقديم دليل قوى على أن النشوء كونى، والإجابة بالنفى. والسبب في اعتقاد العلماء في النشوء أن جزءاً من حقيقة أدواتهم واكتشاف كيفية نشأة هذه الظاهرة من الأحوال السابقة، هو عصب البحث العلمى. والنجاح في ذلك هو الدليل الوحيد المتاح. ويبحث مؤيدو التصميم الذكى بشغف في المادة العلمية عن الظواهر غير المفسرة، وبدلاً من تحديد هذه المسائل كمادة للبحث يجعلون منها خلقاً إلهياً. وبذلك يبعدون عن العلم، وينكرون على أنفسهم بركات أساطيره، وفي إطار مفهوم النشوء فإن التدخل العلمى في عالم الأساطير له التأثير المضاعف نفسه الذى وجدناه في حالة الوقت العميق، وهو مثالنا السابق، ويشير الصراع مع التصميم الذكى إلى الوظيفة النقدية، والعلم ينقى الأساطير غير المحصنة ويزيل كل الخيال غير المناسب منها، ويظهر الحقيقة العميقة على الملأ، ولكن ماذا عن الوظيفة الثانية، كيف يمكن أن يضيف مفهوم النشوء إلى ثروتنا من الأساطير، ويساعدنا على التكيف والتوجه بشكل مناسب في الأوقات الصعبة ؟ والإجابة أن النشوء يأتى بعنصر الدهشة والتعجب. وهم يذكروننا بالبيضة الراقصة في برشلونة، بالموسيقى التى تصدر عن نوتة، فالحياة التى تنشأ من الكيمياء بالأفكار هى التى تتولد من الحيرة، بالوجود الناشئ من أرض غير واعية والنشوء يأتى في قلب افتناننا بالعالم الذى نتمى له.

ونذكر بأن هذا الافتتان هو الذى أنقذ حياة الصياد في قصة إدجار آلان بو من الدوامة.

### الأسطورة الثالثة: تطور تاريخ الأرض

يناقش الفيلسوف السياسى جون جراى في كتابه الشهير "التجمع الأسود" سفر الرؤيا ووفاة اليوتوبيا ويذكر أن الإجرام الذى تم زرعه في أعماق الثقافة الغربية

هو المسؤول عن الكوارث المتكررة. إنه الاعتقاد في تطور التاريخ، وبفضل ذلك سيصبح العالم أفضل وسيكون للتاريخ هدف وكل ما يجب علينا فعله كثيرًا هو المساعدة على تحقيق ذلك. وهذا المفهوم له أصول مسيحية كما يقول جراي وتم طلاؤه بالتنوير، وفي القرن العشرين أدى إلى تلك الأيديولوجيات مثال النازية والستالينية وفي العصر الحالي تسببت في حروب الشرق الأوسط الكثيرة. ومن المؤسف ألا يتعلم الساسة من الخبرات السابقة، ومفهومهم الأسطوري للتطور هو عقيدة عمياء لا توجد في الإقدام، ولا يعلم عنها أحد خارج الثقافة الغربية. ويقول جراي بأن هناك تطورًا يطرأ على العلم والتكنولوجيا، ولكن إذا ما وضعنا في الاعتبار العناصر الأساسية للأخلاقيات والسياسة وعلم النفس الإنساني، فالمستقبل سيكون على غرار الماضي. وهو يعتقد أن المفهوم الحلقي (الدوار) للتاريخ يعد أكثر منطقية، فالتاريخ طاحونة وتتابعها لا ينتهي من فترات الازدهار، وتبادل مع الصراعات التي دائماً تهتم بالمسائل الأساسية. وياله من عالم تعس بدون الهلاوس التي يدعون أنها تدعم التطور. ويمثل رأى جراي حدسًا شعرت به قطاعات عريضة. وهذا الرأى له مغزاه ليس فقط لمزاياه ولكن لتدفعه. وفي كتابه "المقياس الإنساني" يضع الجيولوجي سولومن كرونبرج الرؤية الدائرية في إطار ثلاث ظواهر مختلفة للوقت: الوقت كتيار والوقت كدائرة والوقت كنبض ويعنى الوقت كتيار التابع غير المعكوس للأحداث التي تتبع التطورات السابقة. والأمثلة لذلك هي التحلل (الاضمحلال) الإشعاعي وبرودة أعماق الأرض، وارتقاء المياه وتطور بيضة مخضبة إلى إنسان. ويمثل تعاقب الليل والنهار، والصيف والشتاء والحرارة والبرودة أثناء العصر الجليدي، وكذلك فإن تجميع وتفكيك الغازات هي ظواهر للتدوير، ويمكن أن تضيف دورة الصخور والمياه والعناصر الكيميائية. والحوادث الكارثية التي تصطدم بالتيارات والدورات وتأثير النيازك والانقراض وحدوث ظاهرة تسونامي وهكذا.....

ويظهر تقسيم كرونبرج الرؤية الدورية ذات الجانب الأحادي التي يراها جراى فى الوقت نفسه ونحن ندين بهذه الرؤية الداخلية للرؤية الطويلة للجيولوجيا لتاريخ الأرض.

ونظرًا لقصر الوقت الذى استغرقه جراى فيها أعتقد، فهو لا يرى سوى النماذج العشوائية التى يفسرها كنتاج للدورات والنبض، فى حين أن التيار بالنسبة له يمثل عنصرًا هامشيًا وأنا شخصيًا أفضل كلمة التطور عن التيار لأنه مؤكد لحقيقة أن تطور الأرض من خلال التراكمات، يشير إلى اتجاه عاقل، لذا فإنها ستتطور من الآن فصاعدًا.

والتطور ليس مقصورًا على الحجر الجيرى والأكسجين، والأمثلة المذكورة فى الفصول السابقة، وفى مقدمتى لعلم نظام الأرض، رأينا نفس الشيء فى الارتباط بدورة الصخور، وفى الرؤية العالمية السامية أصبحت طاحونة هتون حلزونية مع مزيد من المواد القارية التى تخرج فى كل دورة، وأمثلة أخرى هى ارتقاء الحياة، وبناء دورات بيئية مبدئية فى التاريخ الجيولوجى وترسيب السليكا فى المحيط وارتقاء الثقافة، وهى ظاهرة سنناقشها فى الفصل القادم. وقد أصبح عدم التماثل سمة عامة لتطور الأرض على المدى الطويل، وهذه الأمثلة التى أذكرها هنا هى مجرد ظواهر منفصلة لاتجاه يدل على بقاء الأرض ككل.

وما يدعو لعملية تطور الأرض بشكل صارخ هو ظهور آليات عالمية منظمة وإقصاء القشور المؤذية لغلاف كربونات الكالسيوم فى المحيط بالإسراف فى بلورة المواد الكائنة والتكلس البيولوجى وهو نقطة للبحث، وكذلك الجمع العالمى للتخليق الضوئى والتنفس أو الدفن لمواد عضوية. وبين مثال الحجر الجيرى كيف يتعافى النظام سريعًا من الدمار المفاجئ. والأرض يجب أن تحتفظ بذاكرة عالمية للأحداث الماضية من شأنها المساعدة على استقرار تركيبها الرائع.

ولكن كيف سيكون شكل تلك الذاكرة؟ الشيء الواضح هو الدنا DNA لسكان كوكب الأرض، ولكن ينبغي أن نتذكر أن بعض الأجزاء غير الحية من الأرض قد تم إزالتها من التوازن الحرارى الديناميكي.

ومع الأخذ في الاعتبار للوضع الحالى للأرض فإن الحجم المتزايد للتجمعات القارية والدور السائد للألواح التكتونية والحالة السائلة للمحيط والعبء الكبير للمواد المضادة للتكلس في مياه البحر والنسبة العالية للأكسجين بالمجال الجوى، تأتى ضمن العوامل التى تحفظ الأرض في حالتها الرائعة كالبیضة الراقصة. وتبدو ذاكرة الأرض غامرة للنظام بأكمله وليست محددة بالمجال الجوى. وإذا كانت رؤية جرای للتاريخ البشرى تنطبق على الأرض كلها فلم يكن ليظراً أى تغير خلال العصر الجيولوجى وعلى المدى الطويل ستضيع كل المعلومات في الدورات، لأن نظام الذاكرة يمحي مع مرور الوقت. ومانراه في الواقع هو أن قوام تكوين الكوكب يتزلق من مكانه أكثر وأكثر من مكانه الأصلي برغم الترددات العديدة للتتابع البسيط، والتكلس التلقائي يتم إزالته من المحيط، أما آليات التكلس البيولوجى فتصبح أكثر قوة ويبنى الأكسجين في المجال الجوى ويشكل منتظم على أكثر من ٢١٪ ويزيد من سمية الهواء في أثناء شحن المجال الحيوى، ويبدو وكأن النظام يتعلم من الدروس الماضية.

وعلينا أن نحرض كل الحرص هنا لأننى أستخدم مصطلح "يتعلم" كاستعارة فبالنسبة للكثير من الناس وخاصة علماء الأعصاب تعنى كلمة "يتعلم" نوعاً من الوعى. وفي الأمثلة التى طرحتها قد تعنى الوعى الكبير الناشئ حول حركات الأرض عبر الدهور. وعلى الرغم من عدم قدرتنا على استبعاد هذا الاحتمال، فإن هناك دليلاً علمياً غير كاف لدعمه. وفي مثل هذه الحالات من الأفضل أن يتبع المرء نصيحة الفيلسوف لودويج الذى قال بأن من لا يستطيع الكلام في شيء فعليه السكوت، إلا أن هذا التشبيه الاستعارى لا يعد فكرة عن الأرض المتعلمة بفكرة سيئة.

## جلال الكوكب والطبيعة السامية للبشرية

ويبقى التساؤل عما إذا كان إدراك "جراي" للوقت المتسلسل، كان غير واقعي لدرجة تجعل معارضيه من اليوتوبيين على حق. ونقاشنا حول الأكسجين في المجال الجوي والحجر الجيري يوضح أن التوجه في تاريخ الأرض ليس تحركاً سهلاً للأمام فالدورة لهذا التطور يصعب التكهن بها.

وقد رأينا التغيرات الدنيوية المتضافرة مع الحركات الدورية المعقدة والنشوء والنبضات (الذبذبات). ويتم بانتظام تغذية ذاكرة النظام، ما دامت أن هذه الديناميكية المعقدة قد تم كشفها. وهذه التراكمات من المعلومات الناتجة حول التطور للنظام كله تؤدي بدورها إلى تراكمات لمعلومات جديدة. إلا أن أياً من هذه البيانات لا يعطى أى انطباع بأن النظام يتقدم إلى هدف بعينه، فلا توجد أية علامة لاستخدام المصطلح الفلسفي. وفي هذا الصدد يمكن للمرء عقد مقارنة بين تاريخ الأرض وانسياب النهر. هناك تيار وليس هدفاً، فالمياه تتدفق لأسفل المنحدر بدون توقف، ولكن الدورة الحقيقية للقاع تعتمد على الحركات الجيولوجية غير المتكهن بها في الأسفل. وجون جراي على حق في هجومه على اليوتوبيا. ولكن نظرتة السوداء لتاريخ دورى شيء ممل ونظرة لا تُحتمل. والنظرة القصيرة للمؤرخ الكلاسيكي، تؤكد إلى حد كبير الكوارث التي تصيب البشرية على مدار قرن، لكنها تتجاهل كيف تم إزاحتنا بعيداً نهائياً عن الحالة الأصلية للأرض. وهي تؤكد مرة أخرى اعتبار ذلك خلال رحلاتها عبر الدهور مما زاد من تعقد الكوكب فأصبح أصلب عوداً، وهكذا فكلما انهار تماسكه نجح في الاستشفاء بسرعة واستئناف رحلة الأوديسا العظيمة.

## التطور والنشوء

يستخدم الكثير من علماء نظام الأرض كلمة النشوء والارتقاء عند الإشارة لتطور الأرض. وعلى الرغم من عدم استخدام داروين نفسه لكلمة النشوء، فإنه



أصبح هذا المصطلح مصاحباً لهذه النظرية وهو يشير إلى الآلية التي تحدد ظهور أنواع بيولوجية جديدة.

وتؤكد النظرية أن شعوباً من الكائنات الحية تنتج صغاراً تتميز بدرجة معينة من التنوع الجيني المحدد، وترحب عملية الانتقاء الطبيعي بأكثر الأنواع مناسبة، والتي تستطيع أن تنقل خصائصها المكتسبة للأجيال اللاحقة.

وقد تشمل هذه النظرية "النشوء" على مستويات أكثر من الأنواع ولكن بالنسبة للأرض بصفة عامة لا يمكن تطبيقها. وعلى المستوى التنظيمي للكوكب لا يوجد تنوع يمكن أن يلعب عليه الانتقاء الطبيعي، وكذلك لا توجد أية أجسام سماوية حولها تنافس الأرض في مصادرها المحدودة، إلا أن نتائج علم نظام الأرض لا تدع مجالاً للشك في أن هذا الكوكب هو كيان منظم يخضع للتطور. ويجب أن نستنتج وجود نظرية عامة تفسر آلية التغير في الكوكب، وكل ما نعرفه أن الترتيب ينشأ من النظام التفاعلي كله، وليس من الغلاف الجوى وحده، وأكثر من ذلك فإن التنظيم المتغير للكوكب هو المسؤول عن إصدار شروط مقيدة تحفظ النشوء البيولوجي.

وهذا الفارق مهم جداً، ولذا أقترح أن يخصص مصطلح "النشوء" لأصل الأنواع البيولوجية. واستخدام مصطلح التطور كمصطلح عام يشير إلى كل الظواهر التي تتطور من خلال التراكمات من الخصائص المكتسبة. والتطورات ليست فقط مخصصة لتأريخ الأرض، ولكن للكون كله في النشوء البيولوجي وفي تطوير الفرد البيولوجي (تطور الجين) وفي العلوم، وكما سنرى، في تاريخ البشرية. ولكل من هذه الأشياء تختلف الآليات المحددة ويمكننا أن نتمنى ظهور نظرية عامة تُفسر هذه الظاهرة كلية الوجود. وأنا شخصياً أشعر بأن الأفق تُلوح فيه نظرية جديدة للأرض وسوف أتطرق لذلك في الفصل الأخير.

## الدروس الأسطورية المستفادة من تطور تاريخ الأرض

عندما شهدت سفينة الفضاء أبوللو ٨ كوكبنا وهو يظهر فوق السطح الفاصل للقمر، أصبح هذا المكان المعروف لهم في الكون فجأة هو أكثر الأشياء غموضًا. وما لاحظته رواد الفضاء كان الأثر الغامر لتطور الأرض. وقد عصفت الحقيقة بأن الكون يمكن أن يولد مثل هذه المعجزة برؤيتهم العالمية. ويأتى علم نظام الأرض بهذا الإحساس إلينا ويوصل لنا الوعى بأساطيره، وهذا الكوكب هو كوكب سام حقا، ومع ذلك فتفاصيله مملّة وغير محببة. ويُظهر العلم حاليًا عمق جذورنا التى لا يمكن قياسها.. وقد تطور العالم على مدى ٤٥ مليون قرن قبل ظهور مجموعة من التعقيدات التى ساعدت نشأتنا نحن البشر. وهذا المفهوم يوصل إلينا تضامنا العميق مع الكون بصفة عامة ومع الأرض بصفة خاصة. ونحن نتكون فى أصلنا وحقيقتنا من مواد أرضية ولا يوجد شيء فى البيولوجيا خاص بنا، لم ينشأ من العمق اللامحدود لتاريخ الكوكب، وكل عقولنا وأفكارنا هى نتائج للتطور العالمى، وعندما نسمح بغرق هذه الملاحظة سيكون من الصعب الهروب من النتيجة النهائية بأن نشأة البشر خلال الارتقاء شكلت بذرة لوعى كوكبى جديد، وسوف يلى ذلك أنه عندما شهد رواد الفضاء نشأة الأرض، شاهدت الأرض نفسها من محيط عميق بعيوننا لأول مرة طوال وجودها.

ومع هذا البيان المحير قد نكون بعدنا عن الجانب العقلانى للعلوم، وانتقلنا من هناك إلى عالم الأسطورة، ولكن على حد فهمى لا يوجد أى تناقض فى المضمون. وهذه الأسطورة يجب أن تكون من النوع الذى يستطيع العلم إنتاجه. وما تظهره قد يكون قيمًا، وقد لا يكون على الجانب العلمى، ولكن على الجانب الأسطورى. فنحن البشر لا يمكن الاستغناء عنا، فنحن فى غاية الأهمية، ومثل هذا المنظور قد يقدم لنا أساسًا لتوجهنا العقلى فى خضم هذا الارتباك الكامل من التهديدات العالمية.

وهناك درس أخلاقي كذلك، فنحن لن نكون أبدًا أسياد الأرض ولا خدماً لها. والكوكب قادر تمامًا على العناية بنفسه، ولا يحتاج لنا لاستمراريته، وما يمكننا عمله هو المحاولة ورفع مستوى الوعي العالمى وترك القلق ودعم عملية التطور للكوكب.

## الأسطورة الرابعة: الأرض وطننا الأم

١ - الأسطورة الرائعة الناجمة عن علم نظام الأرض هى الإدراك بأن الأرض هى وطننا الطبيعى. وقد نفضل موطن أسرتنا ومدينتنا، وإقليمنا، وبلدنا، وديننا أو ثقافتنا كبؤرة مفضلة لتوجهنا، ولكن الأرض تجعل من كل تلك التعريفات أمرًا تافهًا.

وفى الستينيات من القرن العشرين جعلتنا صورة ظهور الأرض على دراية كاملة بالتضاد الكثيب بين سطح القمر المهجور وعالمنا الملون الحلو المر. ولفترة قصيرة حدث وعى عالمى جديد فى عقولنا، ولكن الصورة وحدها ليست كافية لترك انطباع دائم، لذلك اختفت الروح الجديدة بسرعة. وحاليًا وبعد نصف قرن، غرقنا فى التهديدات من المنظور العالمى وأصبحنا متضررين من أبعاده العملاقة.

والنزوع القومى، هذه اللعنة التى أبتلى بها الجنس البشرى فى القرون الماضية، يبدو أنها ستعود من حيث أتت. وهذه الألوان المزيفة والألوان المتألقة للأعلام، والشرائط التى تظهر مرة ثانية فى كل مكان. والأساطير الطفولية التى تدعو للجريمة وسفك الدماء. وأبطال الماضى والمعارك فى القرون الوسطى. هل نحتاج فعلاً إلى مثل تلك الرموز للحفاظ على هويتنا؟ قد نحتاج إلى مستوى من الروابط البسيطة ولكن فى كل العصور، يجب أن توضع هذه الأمور فى سياق التطور العالمى المناسب.

وفي نفس الوقت، يحمل علم نظام الأرض الأسطورة الوحيدة التي تستحق الاعتبار. فإنها تعمل على تعميق الانطباع الانتقالي الذي تركه ظهور الأرض، إنها تقوم على الحقيقة وتدعمها الفترات الخاصة بالتطور العالمي وتعطينا هويتنا الخاصة. وهي ترمز لتضامتنا مع الحياة على الأرض ومع الطبيعة على مستوى واسع. وعلم نظام الأرض يحتاج لمكان مهم في التعليم في جميع الدول وعلى كل المستويات.

### العلاقة بين المصادر العلمية وغيرها والأسطورة

يبدو أن الموارد الواسعة وغير المطروقة للأسطورة المقيدة بالحقيقة، والتي هي في متناول اليد، وكذلك الوصول لهذه الثروات لا يحتاج إلى إلهام إلهي أو قوى خارقة من أي نوع، فكل ما علينا أن نفعله هو أن نغلق أفواهنا وننصت لما تقوله الحقيقة. والأسطورة تنبع من العلم وفي ضوء التعطش الحالي للتوجيه قد يتوقع المرء أن يزيد الاهتمام العام بهذه الثروة المهمة في السنوات القادمة.

ومرة أخرى أدعو إلى تقييد عملية تطبيق العلاقة بين العلم والأسطورة، ففي العديد من المناسبات، أدى هذا الدمج غير المحصن للعلم والأسطورة إلى نتائج تتعارض مع العقل أو الطبيعة، كما هو الحال في بوفارد وبيكوشيت لفلووير أو الانحرافات الكبيرة لستالين وهتلر. فما يحيط بالأسطورة يحتاج إلى تهذيب. وهذه الأيام نشهد كيف انحرف علم الاقتصاد بأسس وأصولية السوق إلى تحقيق مصالح العاملين بالبنوك ومديري المصانع، وشجعت جوائز نوبل على الجشع. ونحن على دراية بحالة أهل الفارماكولوجيا حيث تضخ المصالح المالية مشاريع لعمل بحوث وهمية حول منتجاتهم لتغزو الأسواق، وماذا عن علم المناخ الذي يصر على مسؤولية الإنسان عن تغير المناخ وعن غاز ثاني أكسيد الكربون بوصفه منظمًا رئيسيًا للمناخ، والعلم من شأنه عمل أسطورة حسنة وصلبة ما دام أنها تقوم بعملها في إطار عزلة نسبية بعيدًا عن الإغواءات الأسطورية.

وما دام الطلب الرهباني على الموضوعية الحرجة مستمرًا، فيجب أن تكون هناك مراقبة دقيقة وحازمة حتى يمكننا أن ننسبها إلى الرؤية الطويلة للحقيقة. ويجب على رهباننا العلماء أن يقدموا ما تم تدريبهم عليه طوال الوقت، وقيموا خيالاتهم ويسلموها للواقع. وإذا كان هناك ارتباط الأسطورة بمسألة حياة، إذا فممارسة الضغوط تكون مهمة لقمع التخيلات الخاصة بالأوهام الانفعالية.

وعلى المدى القصير فأى مطمح في تحقيق توازن كلي بين العلم والأسطورة سيبدو نوعًا من اليوتوبيا. وأذكركم بحدس إدجار مورين بأن العلم لا زال في العصر الحديدي. وبالفعل فإن هذا المشروع لا زال حديث العهد وإجراء تحليل لجانبه الأسطوري قد حان. وإذا كان عالم الاجتماع نوربرت إلياس على حق حين حاول دمج الأسباب في تخصصه في المستوى العالمي، قد يسبب تأخر مجاله العلمى إلى ما وراء العلوم الطبيعية، ثم أشار إلى تصور آخر، فهذا يعنى أنه يجب علينا الانتظار حتى تنضج العلوم الإنسانية قبل أن تطرح أساطيرها الكامنة. هنا تكون الضغوط كبيرة لأن هذه الطريقة لتوجيهنا تنذر بأنها ستكون أكثر إلهامًا وحميمية عن الأساطير الناشئة من العلوم الطبيعية البعيدة، وسأناقش في الفصل القادم أصل الحضارة وتاريخها، كذلك فإن وضع الأفكار لم يأت من الزمن، فقد نجبر على التراجع عن المفاهيم العلمية الخاصة بتوجيهنا، ويفضل حينئذ أن نلجأ للأفكار التى لا تخالف الوضع الحالى للفهم العلمى، وفيما يلى مثال واحد من الكثير من الاختبارات المحتملة.

مثال:

ذات يوم دخلت فى نقاش مع كارل تر صديقى القديم الذى خدم كقس فى الكنيسة البروتستانتية. فقال لى: تغيرت نظرتى خلال تلك السنوات، فقد عزف الكثير من رجال الدين عن الإيمان بفكرة أن الله هو الذى يسير الكون، ويتدخل فى صناعة

التاريخ، فلم نعد قادرين على تصديق ذلك بعد أحداث أوشفيتز، ويجب ألا ننسى أبدًا أن الإنجيل كتب في وقت كان لدى الناس فيه صورة عن عالم مختلف تمامًا عما نراه اليوم. وفي هذا العرض كانت الأرض لا زالت مسطحًا منبسطًا ومغطى بقبة من السماء، وهناك في الأعلى يقيم الرب الذى يشخص ما يعتقد فيه الناس كالسر الأعظم الذى يحفظ هذا العالم والحياة كلها معًا.

وكان الرب يمثل حقيقة المحبة وقوة محررة تعتنى بطبقة خاصة بالجنس البشرى على الأرض. ومن هذه النظرة المنطقية يمكن للرب أن يرى الأرض والبشر الذين يعانون. وقال كارل تر إننا لم نعد نستطيع أخذ هذه الصور بشكل حرفي، ومثال لذلك أن عيسى لم يمش قط فوق الماء، ولكن كل من سمع تلك القصة في ذلك الوقت كان يدرك مدلول البحر كجامع لكل القوى حوله وفي داخلنا والتي تؤدي بنا إلى الأعماق. وعرف الناس ما يعنيه عندما ظهر إنسان وتملك من هذا التهديد وخاض الأمواج وأنقذ البشرية من الدمار. ومثال آخر وهو الإصرار على أن جسد المسيح قد بدأ فجأة يتنفس بعد وفاته، وهذا يسىء إلى مدلول القصة. وأحيانًا ما يعطى الإنجيل صورًا من شأنها إعطاؤنا الشجاعة والتوجيه، وعندما نقرأ القصص القديمة بغناية وتلك الخلفية في أذهاننا نجد أن الأمور تكون مرتبطة ببعضها بعضًا ومصدرًا للإلهام.

وعلى سبيل المثال هناك العديد من الصور المختلفة للرب ويمكن أن نتعرف عليها بسهولة لأنها مستمدة من الحياة العادية. الرب هو الأب أو الأم الموجودان لنا، كملك يحكمنا أو محب فقد حبيب. الإله هو ما يهب الحياة ويوجهها، وهو ليس كائنًا غريبًا ويمكن أن نصدق فيه أو لا نصدق فيه. بل هو سر وجودنا تمامًا كما في كلامهم الذى يجعلنا نشعر أننا بموطننا على الأرض فالإله مرادف آخر للخبرات الأسطورية للبشر الذين عاشوا مدة طويلة في الصحراء وكان لابد وأن يعيشوا في بيئة عدائية، وقد يكون ذلك كله مغايرًا عن المضمون الأسطوري للعلم الذى تتكلمون عنه.

وتطرق كارل للشرح بأن البحث النقدي للنصوص الإنجيلية قد أظهر تطوراً في مفهوم الإله، وكان ذلك من شأنه إثراء يضاف إلى الخبرات المتراكمة لشعوب الإنجيل. وتصور أقدم النصوص الرب قوة غيرة وانتقامية. وفي كتاب سفر التثنية يمكنك أن تقرأ مثلاً إن الأبناء الذين عصوا آباءهم يجب رجمهم، ولكن في آخر الإنجيل هناك تلك القصة للابن الضال. هذا الشاب أهمل وهجر دار والديه وبعثر ثروته وعاد متشرذاً ورحب به والده بسعادة بالغة وأعطاه نصيباً جديداً من الممتلكات. والإنجيل مليء بالأمثلة الشبيهة بتلك القصة، وفي عهد يوحنا الثامن كانت هناك امرأة على وشك الرجم بالحجارة. أنقذها عيسى قائلاً: من كان منكم بلا خطيئة فليرمها بحجر. وبالنسبة لكارل تعد هذه قمة التعبير عن الأخلاقيات التي شهدناها. وقال يمكنكم أن تستتجوا أن هناك تطوراً في العمل في المفهوم الإلهي. ففى عصرنا قد يكون العلم قد أصبح أهم قوة لدفع التطور، ويمكننى الذهاب إلى الحد الذى أقول فيه إن الإلهية ليست كيان نفس، نعمله لإرضاء أنفسنا. ويبدو لي أن الرب - الكيان المانع للتوجيه بالإنجيل - إنما هو حقيقى مثل العلوم التى تقدم الأساطير التى نتحدث عنها، وأن التطوير الإلهي يعكس تطوير المجتمع.

وعلى أن أقر بأننى لم أعرض مثلاً لقصة المرأة المنحلة فى الأساطير المشتقة من العلم، وقد دهشت أن أجد أن نظرة كارل تتماثل إلى حد كبير فى العديد من الجوانب وتتكامل معى برغم أن الكلمات مختلفة، وكان هناك شخص متدين مستعد لأن يطوع آراءه لاكتشافات العلم. وأيضاً كان لديه مدخل لعالم الأساطير، حيث إن العلوم الإنسانية قد تكشف مستقبلاً، ولكن يظل ذلك بعيداً عن النظر من منظور العلوم الطبيعية، ونظرية التطور بالنسبة للمفهوم الإلهي قد زودت عقيدته بمستوى عالٍ من الانفتاحية والمرونة وحب الاستطلاع والفضول. فهل يمكن للمرء أن يتصور بديلاً للصراع الدائم بين العلم والدين وهل يمكن أن يكون العلم استكمالاً لحكمة الألفية

الماضية كما تم تجسيدها في أديان العالم العظيمة مرة أخرى، سيكون لجؤونا لمبدأ الفكر المركب كما صاغه مورين ليسمح باستمرارية معينة بين الدين والعلم مع الإقرار بأن هناك ما يفرق بينهما بعمق.

وعلى نقيض الممارسة الدينية، يكمن في صميم العلم، القيام باختبار وشرح حصري للعالم الحقيقي من خلال الملاحظة والتجربة والتصحيح المستقل. وللعلم تطوره الخاص، ويمكنه التقدم ما دام يرفض التفسير الخارق للطبيعة، ولا يقر أى سلطة إلا لسلطة العالم الحقيقي، وبذلك يخلق أسطورة خيالية مشتقة من العلم من شأنها تزويدنا بتوجه جديد في الحياة. ومن المفيد إدراك أن هذا الشكل من إنتاج الأساطير قد نشأ منذ مئات السنين القليلة الماضية من تداعيات أقل تنظيمًا، وأنه حتى الآن بدأنا بصعوبة في عمل إجراءات سليمة لحصر هذه الأساطير والنتائج ممتدة، وقد يتصور المرء دورًا للعلم في رأب الصدع بين الثقافات والمعتقدات المختلفة في هذا العالم. وعلى أية حال فالطور الدافع للتقاليد القديمة مختلف، في حين يبدو العلم أنه قد وصل إلى إمكانية فريدة من الشمول العالمى.

ودون أى تردد أنهى هذا الفصل بحلم راودنى بعد مناقشاتي مع كارل تر فانا على دراية بطبيعته الجدلية، ولكنها كانت متسقة مع مناقشاته، وقد تثير بعض الأفكار. وعلى مر الحياة أدركت شكلاً غامضاً على الطريق يقف وظهره لى وأدركت أنه الرب بنفسه، وأشار وصرخ على قائلًا: لا تتحرك من مكانك ولا تقترب أكثر واستمع لكلامى، إن أتباعى قد تملكهم الوحى القديم حتى إنهم لا يعرفون كم تطورت حاليًا، إلا أنني لسنوات طويلة احتفظت بآخر أخبارى الجديدة أمام أعينهم، وها نحن الآن قد وصلنا إلى نقطة أقف خلفها وأترك إظهارها للبشر أنفسهم، ولكن الناس لا يفهمون. إنه فى العلم أيها الأغبياء، فى قلبه تمامًا.





## الفصل التاسع

### تطور الحضارة

من الجيد أحيانًا أن ندرك أن أكثر الشخصيات احترامًا كانت منغمسة في حياة الرذيلة. وهذا التواضع الذى يتخفون فيه هو وعاء تذوب فيه المشاعر النبيلة والمردولة وتختلطان معًا، وتندمج المعجزات الإلهية مع الرغبات الشيطانية، وينزوى الأدب أمام الفن الردىء. ومن نحن؟ ومن أين أتينا؟ كل هذه الأسئلة تحتويها الأساطير مع الكثير من العواطف ويصعبها العلم. وبالطبع يتم اطلاعنا على تفاصيل التقنيات المستخدمة، الزهور والنحل وعلوم الأجناس والأنثروبولوجيا. وبكل تأكيد اكتشف فرويد طاحونة النفس، ولكنه فشل في حل شفرتها. ولم يختلف هذا التضمين عند اختيار المنظور واعتبار أصول الإنسانية كلها. وفي الوقت الحاضر، بعد قرن ونصف من ظهور داروين، اعتاد الناس على الفكرة القائلة بأننا ننحدر من حيوانات كالقردة. وكثير منا على استعداد لاعتبار حيوانات أستراليا الويشيشينس ويشكانتروبي بين أسلافهم. والمشكلة هي في الآليات التي دفعت النشوء البشرى. وتتنافس الأديان والحركات الروحية والأيدولوجيات على أكثر الأساطير إغراء. ولكن العالم الحقيقى ماذا لديه ليقوله؟ لسوء الحظ أن العلم قليل التماسك في هذه الأمور بشكل أكبر من منافسيه. وليس كمثله شىء في أى مكان، إنه في هذا المكان حيث يتوجب علينا الوفاء ودفع ثمن التجربة. ومسألة أصل الإنسان تعود بنا إلى الارتباك البابليونى حول الأنظمة غير المتشابهة. وفي هذا المزيج من السهل جدًا للعلم والأسطورة أن يمتزجا في مزيج غير مستساغ. وما يجعل الموقف أكثر سوءًا هو انتشار الفرقة بين علماء الاجتماع إزاء القصص العظيمة، ويقولون نحن لدينا ما يكفي من الأفكار الشاملة.

التاريخ الإنسانى غير متوقع، وما هو غير متوقع يحدث دائماً، ولا توجد قاعدة لذلك، ولا سبيل للتكهن بالمستقبل أو فهم الماضى. وتبدو الإنسانية فى الحالة التى كانت عليها الجيولوجيا سابقاً قبل فكرة الألواح التكتونية وعلم نظام الأرض. وكل ما يمكننا دراسته كان قطعاً صغيرة من تاريخ الأرض. ولا توجد أية رؤية متماسكة للكوكب ككل. ألم يكن نوربرت إلياس عالم الاجتماع هو القائل بأن التضمين يعوق تطور العلوم الاجتماعية؟ لذا على الرغم من وجود الكثير من الخبراء، فإنه لا يوجد مطمع فى وجود نظرية تؤسس جيداً وتشمل كل شىء. فى الواقع من الصعب إيجاد مجال حيث تكون المشاعر والأسطورة والعلم مدمجة بحميمية. ويعرف أكبر نزاع أعلن بالمناظرة الطبيعية "التنشئة" وأذكر جيداً لقاء مؤلماً بشدة على شاشة التليفزيون الهولندى عام ١٩٧٠ مع نوبل كونراد لورنز العالم النمساوى الأشهر فى علم سلوك الحيوان. وقد واجهه المحاور رثلسى بالمديح الذى يعود لعام ١٩٣٣ لبرنامج هتلر "القتل بدافع الرحمة" وقد قطع هذا الضيف الكبير الذى توقع الترحيب به والمديح لفوزه بالجائزة الحوار بعد انزعاجه من الاتهامات الموجهة له واتهامه القديم، لأنه بعد فترة من هذا الحدث نشر كتاباً صغيراً يدعى فيه أن أى انغماس اجتماعى يسمح للمرضى والضعفاء بالتوالد يعد خطيئة مميتة، وستهدد على المدى الطويل استمرارية الوجود للبشرية. وقد كتب أن الحيوانات تبدو عفوية وقوية لأنها الفائزة فى معركة الوجود التى لا ترحم. والجينات البشرية هى المسئولة عن تحديد سماتنا بما فى ذلك السلوك، ويجب ألا نسمح للجينات الوراثية بالضعف. وقد اتسقت رؤية لورنز حول الطبيعة مع الفكرة الرائجة بأن ثقافتنا مجرد ملمح يفسد المركز الوحشى للطبيعة البشرية. وهذا القرار الجينى يأتى معاكساً تماماً للرأى الخاص بالنشوء والسائد فى العلوم الاجتماعية. وبدلاً من جيناتنا سيكون التطور الاجتماعى والثقافى هو الذى يقرر سلوك البشر. والجذور البيولوجية كانت مدفونة بعمق حتى إن تأثيرها كان واهياً، ويمكن تشكيل العقل البشرى عند الرغبة، فهو كان لوحاً فارغاً يمكن أن

يوضع عليه أى شىء. وفى السبعينيات ظهرت وجهتان متضادتان. واشتعلت المناقشات لأسباب وجيهة. وقد اتخذت النازية والشيوعية، الممثلان لأكثر الانحرافات المدمرة للعلم فى القرن العشرين، هاتين الرؤيتين كعقائد مثبتة علميًا. ويعلم الرب كم من الملايين من البشر فقدوا حياتهم نتيجة لذلك.

إن مفهومًا غير مشجع لن يأتى بمثل هذا الجدل المروع فى هذا الكتاب ولكن مشكلة مكان الإنسان فى نظام الأرض هى محورية جدًا فى محاولتنا للتوجيه، حيث لا يمكننا الخجل منها. وما أنوى عمله هو التحقق التمهيدى للتعرف على الوضع الحالى للأمور. هل العقبة التى ظهرت فى السبعينيات أصبح لها حل فى ضوء كشف الرؤية السامية العالمية؟ لقد ألهمنى تحليل إدجار مورين للتعقيدات. ففى رؤيته أن الجدل حول الطبيعة و النشوء فى صورته المتضادة، إنما هو كائن فى الفلسفة الديكارتية التى تميل لتأكيد المتضادات، وتمثل جزءًا من الرؤية الحديثة. وعلى العكس، تحمل التعقيدات المعنى بأن الإنسان كائن بيولوجى واجتماعى ويقوم كل عامل على الآخر. والعلاقة بينهما متنافرة فى نفس الوقت فهل يمكن رآب هذا الصدع؟

وعند النظر إلى الورااء فإننى على قناعة تامة بأن رحلاتى فى هذه المنطقة ليست مجرد تمشية عشوائية. فكلما تقدمت كان من السهل رؤية الجانب الفردى لأفكار كثيرة منشورة وتحديد أرض مشتركة. وفيما يلى، سأجمع بإحكام أفكار خمسة كتب تناولت أصل الإنسان من زوايا مختلفة. وبالنسبة لى كان من الممتع اكتشاف أن أفكارها مكمله برغم الاختلافات الشخصية. وكان صادمًا لى أن اثنين منها نشر فى النصف الأول من القرن العشرين قبل أن تسود الرؤية العالمية السامية. وكان على إزاحة بعض العناصر المتشابهة للرؤية العالمية الحديثة القديمة قبل أن تندمج فى مركباتى. ونتيجة لذلك المنهج، أصبح متعذرًا مناقشة العلم ومشتقاته الأسطورية بصورة منفردة، كما حاولت فى مناقشاتى السابقة حول علم نظام الأرض. ويجب أن نفهم أن مشكلة أصل

الإنسان متنوعة ويصعب إعطاء رؤية كاملة في هذه الدراسة المبدئية. فعلى أن أترك البحث حول الحفريات والبصيرة لعلم الأعصاب. وكان تركيزي على آليات من شأنها تحديد أصل الإنسان وكيف نتماثل إلى هذا الحد مع الشمبانزي والبونوبوس. وفي الوقت نفسه نختلف بشدة، ما الآليات التي كانت وراء النشوء الثقافي وكيف اختلفت هذه الآليات عن مبادئ داروين؟ هذه المناقشات تؤدي إلى الجدل الذي دار في الفصل الأخير، والرؤية السامية حول مكان الإنسانية في نظام الأرض.

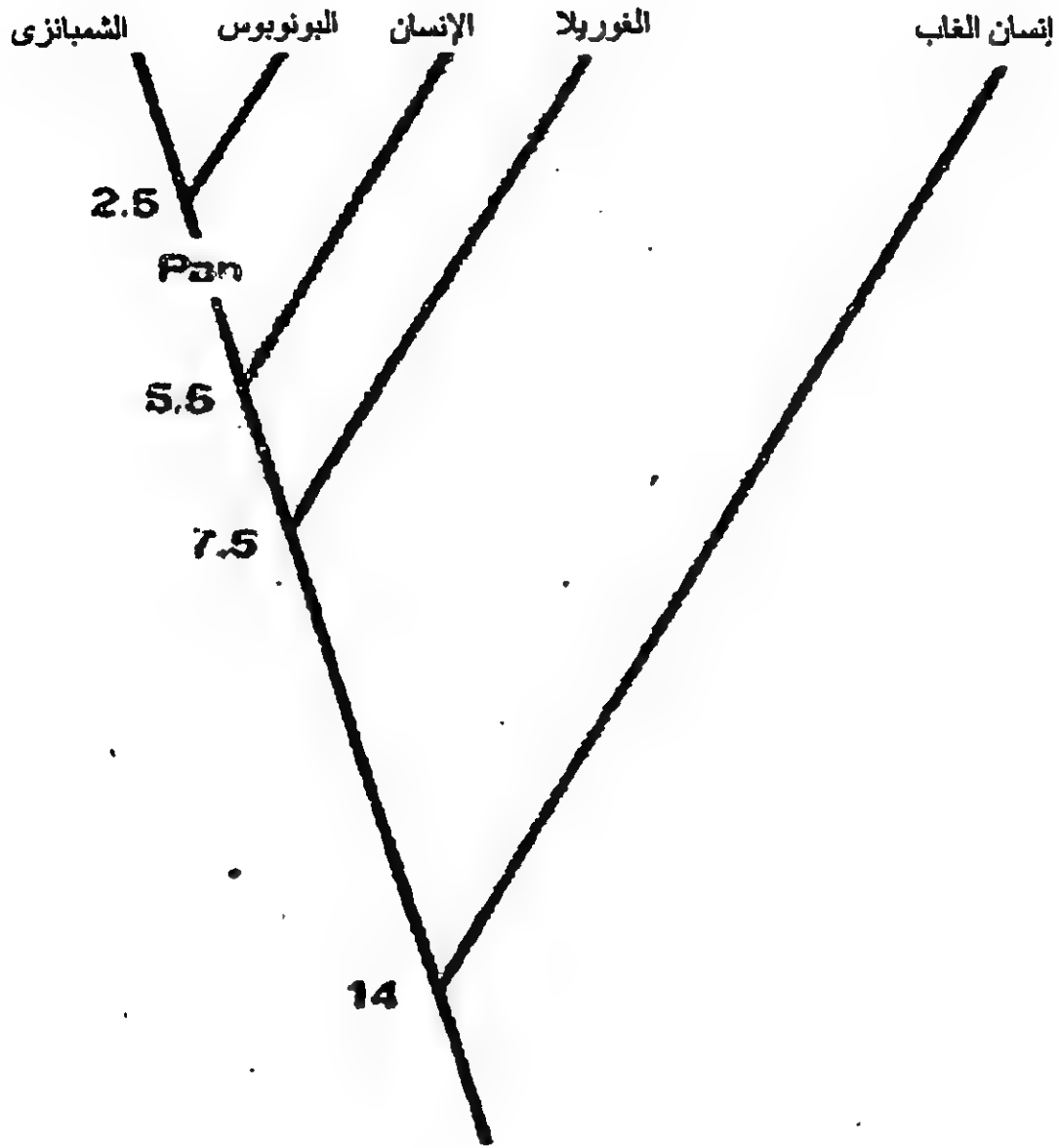
### الجذور البيولوجية

في البداية من المفيد أن نتذكر كيف كنا تافهين من منظور نشوء ارتقاء الشجر العملاق. وكل ما نتحدث عنه هو إشارة مهمة لفرع صغير، ومليونى عام حتى ٣.٧ ملايين سنة على مقياس الزمن. وكان أقاربنا في عالم الحيوان هم الشمبانزي والبونوبوس. وقد انفصل هذان النوعان منذ نحو ٢.٥ سنة في حين أنه منذ ٥.٥ ملايين عام انفصل أجدادنا من الفرع العام للنسب والأصول. أما القرود الآخرون، الغوريلا والغاب فهم بعيدون عنا قليلاً (شكل ٩-١).

فهل من الغرور الاعتقاد بأن شيئاً غير عادى طرأ على هذه النسب منذ ٥.٥ مليون عام؟ نحن نعلم أن تطور النشوء الذي نتجت عنه شجرة كلية للحياة قد دفع به مبادئ داروين لبلايين السنوات. ويرى البيولوجيون المتخصصون في النشوء أن كل الكائنات العضوية ككيانات ذاتية التطوير تنقل بصماتها إلى الجيل اللاحق: وهناك أخطار في هذه العملية للتوالد حيث تسبب بعض التغيرات في الجيل الجديد، وبناء على ذلك، يفضل الانتقاء الطبيعي أكثر الأفراد والشعوب مناسبة حتى يستمروا في توالدهم. ومن نحن لنصدق أننا استثناء من هذا القانون القديم.

ويعد فرانس دى وال أحد العلماء الذين يدرسون أبناء عمومنا الشمبانزي والبونوبوس. وكما هو معهود، لا يوجد أفضل من التواصل مع الحقيقة لنضع أقدامنا

على أرض الحقيقة. ومن خلال هذا البحث في العقود الأخيرة تعرفنا على القتال والتودد والمضايقة واللعب والضحك ممن يدعمون بعضهم بالمعزة والإعزاز وبالإخلاص، ولكنهم أيضًا قادرون على الخيانة والقمع والجريمة. ولا تعتقدون أن هذه القيادات تعيش بعدم اهتمام وأنهم يتبعون غرائزهم، فجماعتهم يتماسكون لأن لديهم شبكات من القوانين غير المكتوبة التي تنظم درجاتهم وعلاقاتهم الجنسية وكذلك عاداتهم الغذائية، وهذا لأن أعضاء المجتمع يعرف بعضهم بعضا وتنشأ العلاقات بينهم، ولكن هناك أيضًا النزاع العارض والصراع الذي يحتاج إلى حل من حين إلى آخر.



شكل ٩-١

العائلة البشرية (عن دي وال ٢٠٠٥) ويفضل البيولوجيون توضيح شجرة التطور في شكل الغصن ويركز هذا التمثيل على النقاط التي تنفصل عندها الأغصان. مع تجنب تقييم أهميتها.

وهذا العمل الموثق الذي قام به دى وال وزملاؤه يتعارض مع عقائد التقرير الجينى واللوح الفارغ عن الطبيعة والجدل عنها. وفي ضوء هذا العمل أصبحت مناقشات السبعينيات غير متواكبة، وبالطبع فإن الانتقاء الطبيعى يلعب دورا، ولكن التعقيدات من العالم الرئيسى تترك متسعا للكرم والعطف والاهتمام بالضعيف، ولا عجب أن موقف دى وال قد أزيل بعيدا عن التقرير الجينى. ولا يتبع الحيوان والإنسان بصفة خاصة الثروة السلوكية الأتوماتيكية التى وصفتها لهم الغرائز المبرمجة جينيا، فسلوكهم ينشأ داخل الإطار الاجتماعى من خليط من النوايا والذكاء والخبرة، ومن المستحيل أن نقرر من هذا المزيج ما هو مولود وما هو غير مولود. وبكل حذر كان داروين على دراية جيدة بهذا الغموض، ومن أتباعه من أيد فكرة البريق الثقافى، ولكننا نرى الآن أن القادة يدركون ويحيون بعضهم بعضا، وهم على وعى كامل بماضيهم ويمكنهم التفكير والقدرة على التخطيط (على سبيل المثال طرق السفر)، ويمكنهم عمل أدوات وأن يعيشوا فى كهوف ويتخذوا قرارات جيدة. وفي كلمة واحدة يعتقد دى وال أن الأوليات هم كائنات ثقافية مثلنا تماما. والمجتمعات العديدة من الحيوانات، وخاصة الشمبانزى والبونوبوس يمرون فى عمليات تعليمية تنتقل لهم خلالها الخبرات من فرد لآخر وللذرية، ولهذا يتغير السلوك مع الوقت للجماعة أو النوع كله، فى حين يظل تركيبهم الجينى كما هو.

وبعرض مبدأ الثقافة فى إطار النظرية البيولوجية، يسهل دى وال المناظرة بالعلوم الاجتماعية. وما فعله أيضا هو إعادة فتح النقاش الذى بدأ، وكأنه قد انتهى منذ زمن. وقبل داروين اقترح البيولوجى الفرنسى جين بابتيست لامارك (١٧٤٤ - ١٨٢٩)، الذى توصل أيضا إلى أن كل الأنواع البيولوجية مرتبطة بالنشوء والارتقاء، واقترح آلية مختلفة لهذه العملية. وقد كان غير مدرك لأن الآباء ينقلون المعلومات الجينية لصغارهم، وأعتقد أن الخبرة المكتسبة خلال الحياة قد تم تمريرها. وأفضل أمثلة



لامارك الشهيرة هي الزرافة، التي يرى أنها تمد رقبتها لتصل إلى أوراق الأشجار في غابات السافانا الإفريقية، وعندها من خلال معجزة تأتي بصغار لها رقاب أطول منها عند ولادتهم، وقد كان داروين يقول إن الصغار مثل آبائهم وإن يكن هناك بعض الفوارق وإن الوليد ذا الرقبة الطويلة له فرصة أفضل للحياة والتناسل. وقد أثبتت البحوث التي تلت ذلك أن داروين كان على حق، وأن لامارك قد تم نسيانه، وفي الاتحاد السوفييتي فقط عاشت شهرته لعدة سنوات وأصبح بطلاً لستالين وليسنكو، الذين نعرفهم كحواريين متحمسين لنظرية اللوح الفارغ. إلا أن النشوء الثقافي له الطعم اللاماركي. والتجمعات البشرية ومعها مجتمعات القرود بكل أنواعها لا ينقلون فقط المعلومة لصغارهم من خلال عمر الجينات، ولكنهم يوزعون معلوماتهم المكتسبة عليهم، ونظرًا لأن هذه الطريقة لا تعتمد على العملية المملة للتناسل، فيمكن أن تكون سريعة وتحدد ما إذا كانت تعمل لصالح الجماعة ككل. وهناك عقبة خفية في اتجاه دي وال، ونظرًا لأنه يحرص نفسه في البيولوجيا، فهو يميل لأن يسفه من شأن الفوارق بين أبناء عمومنا المقربين وبيننا، برغم أنه يؤمن بأن البرمجة الجينية لسلوكنا إنما تخسر أكثر من الأوليات الأخرى، وعند ظهور هذا القصور بوضوح في اجتماع عقد حديثًا حول هذا الموضوع، سمعت أحد علماء الاجتماع يقول إنه يجب أن يحاضر في المحاضرة التالية أحد الشمبانزي حتى يمكننا التعرف على آرائه عن الإنسان، إذ إن هناك فجوة بين الشمبانزي وبيننا، ويجب أن نضع ذلك في الحسبان.

### مايكل توماسيللو والتطور الثقافي

على النقيض من دي وال، نجد عالم الأنثروبولوجيا توماسيللو مبهورًا بالمسافة الواسعة التي تفصل القرود عن الإنسان. فهو لا يشك إطلاقًا في امتلاك الإنسان بل والشمبانزي والبونوبوس لثقافة. وكلهم في غاية الذكاء، ويمكنهم التعامل مع الفضاء

والأشياء والأدوات والأرقام والعلاقات الاجتماعية والتواصل والتعلم الاجتماعي. وبالنسبة لتوماسيللو، لا يأتي الشمبانزى فى مرتبة أقل من الإنسان فى حل المشاكل العملية. والفارق الكبير هو فى الطريقة التى تدور حولها الثقافات، فالثقافة الإنسانية لها خصوصية، من حيث التراكم عبر الزمن. ومن وجهة النظر الثقافية، تقف الجماعات الإنسانية دائماً على أكتاف العمالة لإعادة صياغة الملحوظة الشهيرة لإسحق نيوتن، وهم ينقلون مع قليل من الدقة خبرتهم ومعلوماتهم بين بعضهم بعضاً وإلى الأجيال التى تليهم، والتى تستطيع بدورها أن تبنى على ما سبق، إنها هذه الملكية التى تشكل تطور ثقافتنا.

وفى هذا السياق قد يكون من السليم إعادة مناقشتى السابقة بأنه على الرغم من فائدتها فإن هذه الاستعارة حول التطور (شكل ١-١) بها قيود محددة خطيرة. فالتطور هو أداة ميكانيكية فى حين أن التطور الإنسانى معقد. وهو لا يتحرك فى اتجاه علوى، ولكن يبعد عن الأصل بطرق غير متوقعة. وهكذا فور الفصل، قد تتباعد الثقافتان إلى الحد الذى يصعب معه إعادة توحيدهما مرة أخرى. ولكن إذا قبلنا هذا القصور، فإن التطور المماثل يرمز إلى الفوارق بين الثقافات الخاصة بالإنسان والحيوان بالنسبة إلى القردة. وعمليات التطور تنمو بوهن شديد إلى الحد الذى يدفع بالثقافة للتراجع إلى مكانها السابق، فى حين أن البشرية مرت بتطور رائع لم يقاطعه شىء لمدة مئات الألوف بل ملايين السنين.

ومم نتوقع أن يتكون منه هذا التطور البشرى؟

يعتقد توماسيللو بأنه لا يمكن أن يكون ترتيباً معقداً لأن النشوء يستغرق مدة لا تتجاوز عدة ملايين من السنين، لتضعها فى مكانها، وتظهر دراسة الصناعات الإنشائية التحسن المفاجئ فى استخدام الأدوات منذ مليونى عام مضت، وطبقاً لأحدث التقديرات فإن استخدام النار فى الأغراض المدنية قد حدث منذ ١.٨ إلى ربع

مليون عام. ويرجع أصل الأنواع الخاصة بنا إلى ٢٠٠.٠٠٠ عام وصاحبها تطور كبير في الأدوات والبراعة الفنية. ومن المحتمل أنه في ذلك الوقت فقط، أصبح التطور تطورًا كاملاً. والحقيقة القائلة بوجود القليل جدًا من الفروق بين الدنا DNA لكل من الإنسان والشمبانزي تشير إلى نفس الاتجاه ولهذا بحث توماسيللو عن تغيير بسيط يمكنه تفسير أصل تراكم ثقافتنا.

ولاقتفاء أثر التطور اعتمد توماسيللو على البحث المقارن الخاص بتطور صغار أطفال الإنسان والشمبانزي، وأظهر هذا العمل أن التطور في النوعين يكون متوازيًا حتى الشهر التاسع. وفي ذلك الوقت، يكون الطفل قد تعلم القليل من المهارات من خلال التقليد البسيط، ولكن بعد ذلك تظهر خاصية جديدة للأطفال البشر، وتغيب عن الشمبانزي، وفجأة يمكنهم التعرف وإدراك والديهم أو من يرعاهم وهم يفهمون أن هؤلاء مثلهم تمامًا، يعملون بهدف ويمكنهم عمل تمثيل عقلي لهذه الأهداف، وكأنها ملك لهم، وتلقائيًا يطورون القدرة على فهم تجانسهم من الداخل ولوضع أنفسهم في الموقف، والتغير لا يكون كبيرًا، ولكنه يكون كافيًا للسماح بتبادل كافٍ للمعلومات بين الطفل النامي ونظرائه، وينتهي توماسيللو لأن هذه القدرة على التحديد تشكل التطور، وهو السر وراء تراكمنا الثقافي.

وإذا ما ظهرت هذه الخاصية في القردة، فإنها تكون بمحض الصدفة ونادرة القدرة على الاحتفاظ الدائم للبصيرة الجديدة المكتسبة ونقلها إلى الأجيال التالية. فالقردة مجبرة على إعادة اختراع الآلة مرات ومرات أخرى. وما اكتشفه توماسيللو هو استكمال محبب لبحث الجيولوجيين مثل فرانز دي وال، ولكنه لا يعطينا سوى البداية للإجابة عن مشكلة الأصول البشرية. وهو يبين كيفية أن هذا التكيف الارتقائي البسيط في العقل، يسمح لمجموعتنا أكثر من أي مجموعة من أي نوع بالمرور عبر تطور ثقافي تراكمي رائع. وما لم يضعه في الحسبان هو الآلية الكائنة التي تحدد العملية

الثقافية، فلماذا نعتمد كثيرًا على الأشياء التي يصنعها الإنسان؟ هل هو الفكر النظري التجريبي والتواصل الرمزي؟ ولماذا طورنا عقولاً إلى هذا الحد الكبير الذي يسمح باستيعاب ٢٠٪ من متطلبات الطاقة في الكبار وحوالي ٧٠٪ منها في الأطفال؟ وكيف تنشأ حالياً المجتمعات المركبة الواسعة؟ نحن نشعر بحدسنا؟ إن هذه الأسئلة تتصل بقوة ببعضها بعضاً ولا يمكن الإجابة عنها بمعزل عن بعضها. وهذا يجعل مشكلة أصل الإنسان محيرة بشكل معقد حيث إن معظم علمائنا اليوم يتوارون خجلاً بعيداً عنها.

ليس في الماضي، فبمحض الصدفة، مر على أحد مؤلفات العلماء البارزين الذين غزت أعمالهم النصف الأول من القرن العشرين، ففي هذا الوقت كان تحريم القصص العظيمة العلمية والنظريات الموحدة أخف وطأة كثيراً، عما هو الحال في أيامنا الحالية وكان للفرد الحرية للدخول في التفكير الذكي للأصل البشري.

ففي أيامه كان مواطنه أنطون بانكوك (١٨٧٣ - ١٩٦٠) عالم فلك مشهور وفوق ذلك، كان مشهوراً بإنجازاته في مجال الشيوعية المحلية الخاصة به، وهي الاسم الفقهي للماركسية. وفي الفلك كان الذكاء والمنطق الحازم والملاحظة غير المهمة بتيار مستمر وثابت، لبصيرة ورؤية جديدة لحركة الأرض، فهل يسمح الفهم العلمي العميق بإطلاق العنان للقوى الاقتصادية الاجتماعية المكبوتة كي يتم التحكم بها وتوظيفها حتى يمكن أن تعمل لصالح البشرية؟ للإجابة عن هذا السؤال، بحث بانكوك عن مجال تشابك فيه العلوم الاجتماعية والطبيعية معاً، وأخيراً استقر على أصل الإنسان كموضوع مفضل له. وكانت أفكاره حول هذا الموضوع مناسبة لنقطة نقاشنا. وكان أول إصدار له في هذا الموضوع عام ١٩٠٩. وبعد الحرب العالمية الثانية مباشرة أصدر نسخة منقحة. وهذا العمل تقريباً ذهب إلى عالم النسيان، ولذا فمن الأعمال التي أقوم بها إعادة تقديم رؤية بانكوك.

## نظرية بانكوك حول خلق البشرية

للأسف لم يعش بانكوك طويلاً ليقاسم توماسييلو اكتشافه، بأن القدرة المحسنة للبشر والخاصة بالتماثل مع الآخرين ورؤية العالم بأعينهم، كانت عاملاً حاسماً يفرق بين أسلافنا الأولين والإنسان الأول. وقد سلم بهذه الهبة التي وهبت له ونظر لها على أنها تراث الأجداد. وكانت رغبته هي اكتشاف آلية التطور الثقافي التي دفعت الإنسانية للأمام بعيداً عن أصل الحيوان. ولذلك ركز على ثلاث سمات مختلفة للبشر - وهي إنتاج الأدوات والفكر التجريدي والكلام.

وعندما كتب بانكوك دراساته في النصف الأول من القرن العشرين، كان معروفاً أن مبادئ هذه الخصائص تطراً على الكبار الآخرين. وكان ذلك لا يمثل أى مشكلة لبانكوك، فقد أثبت فقط كيف أننا متقاربون مع هذه الحيوانات. وبالنسبة له، فالفرق يتمثل في تفاوت الدرجة التي تعتمد فيها الجماعات البشرية والحيوانية على ملكاتهم العقلية، وأيضاً لا يمكن لثلاث سمات أن تتطور من نفسها، فهم متفاعلون وفي حاجة دائمة لبعضهم بعضاً، وفي الماضي عندما يتخلف أحدهما عن التطور يتوقف الآخران. وهكذا، فإن استخدام أدوات خاصة تم إنتاجها في المجتمعات البشرية بشكل الفكر والكلام التجريدي نوع من الثلاث، وهو نظام مزدوج.

وما هو الشيء الخاص جداً في إنتاج الأدوات وصناعتها؟ حاول أن تتصور حيواناً دون أى أهلية لاستخدام أى من قدرات الأسد، على سبيل المثال أو الأرنب. فدون شك إن سلوكهما تحدده السيكولوجية الخاصة بهما والتنظيم الخاص بأجسادهما، فالأسد يثق في مخالبه وأسنانه في صيد الفريسة ويشم الغزال وينقض عليه بأرجله. أما الأرنب فيستخدم أذنيه الطويلتين في استشعار اقتراب أى عدو منه، وأرجله مثل الزنبرك وتؤدي به لبر الأمان. والنقطة التي أريد الوصول لها هي أن الحيوانات المنتقة

طبيعياً تتنافس مع أعضائها وأن هذه مكونات من أجزاء جسمها، وأفضل الأعضاء هي التي تحيا وتختفى الأخرى مع الأنواع والأفراد الذين يتمون لها.

ويختلف ذلك نهائياً مع البشر، فعندها يدافع الإنسان عن نفسه أو يهجم على عدوه يستخدم أداة في يده، سكيناً أو رمحاً. وطوال استمرار الحدث تتحد الآلة مع اليد وتصبح قادرة على تحقيق الهدف، ومن وجهة النظر الوظيفية يمكن عقد مقارنة بين هذا التركيب مع أعضاء الحيوان، والفارق يتمثل في أنه عند الانتهاء من العملية، يضع الإنسان الآلة جانبا، ويعمل شيئاً آخر، في حين أن الحيوان يظل على حاله وأعضائه، فالأداة التي يستخدمها الإنسان ليست جزءاً منه ويمكن أن تتغير ببدل آخر دون أي ضرر له، والبشر حيوانات ذات أعضاء متبادلة.

والنتائج المترتبة على هذا المبدأ الجديد لها صفة محورية، فالأدوات لا تعطى مزيداً من الحرية فقط لصاحبها، ولكنها تطوره بسهولة، واستبدالها يدل على اختلافها على مدار الزمن، وقدرتها على التكيف على وظائف متعددة، وهذا يزودنا نحن البشر بإمكانية التكيف على العديد من البيئات والانتشار حول العالم، وحالياً في الفضاء الخارجي أيضاً وعلى النقيض، تبقى أنواع الحيوانات مرتبطة بمحددات وقيود بيئتها الخاصة. والسهولة التي يمكن بها التفريق بين الأدوات وتطويرها، خلفت نظاماً واسعاً بوسائل جديدة تسمح للبشر باستغلال بيئتهم، الخاصة والسهولة التي يمكن بها التفريق بين الأدوات وتطويرها والتي خلقت نظاماً واسعاً لوسائل جديدة تسمح للبشر باستغلال بيئتهم. وكان ذلك دائماً هو تخصص البشر، أن يصبحوا معتمدين بشكل كبير على ترسانة واسعة من الموارد الصناعية. وقد وضع هذا الاكتشاف نوعاً من التطور التراكمي الذي لا يمكن الرجوع عنه، بدأ بطيئاً، ثم انطلق سريعاً، فأسرع، والسبب وراءه ضرورة قياس عملية الارتقاء لداروين عبر ملايين السنين. إن المعلومات التي تُحدد خواص الأعضاء توجد في الدنا *DNA*، ولذلك غالباً ما تستغرق

عدة أجيال لتدرك التغيرات والتكيفات وعلى العكس لتطوير أداة كل ما نحتاج له هو فكرة جيدة. وهذا ينطوي على أن انطلاق عملية استخدام الأدوات بشكل منظم، كان انفجارًا بالمقارنة. وعلى الفور رحلت القوة الدافعة للنشوء البيولوجي من الآن فصاعدًا، وانتقل التركيز على الانتقاء الطبيعي من الجسم إلى الأدوات والصناعات البشرية، ومع ذلك وعلى الرغم من الحياة الصعبة لأسلافنا الأوائل فلا يوجد أدنى شك بأنهم قد هربوا من المحن الناجمة عن النشوء البيولوجي. وبدأت البيئة الطبيعية المتوحشة تتداخل تدريجيًا في المنظومة البشرية وتحولت إلى حقل ثقافي.

## الفكر

حتى في أيام بانكوك ساد الفهم بأن التفكير هو أحد الملامح المتشرة في عالم الحيوان. وكلما واجه الحيوان خطرًا أو ورطة وأصبح اتخاذ القرار تحديًا، اضطر إلى إجراء عرض عقلي للنتائج المحتملة لردود الفعل، وذلك قبل الإقدام على اختيار أفضل فعل مناسب، ولكن عادةً يكون استخدام التخطيط والتنبؤ محدودًا. ويوصف سلوك الحيوان بدرجة كبيرة بعملية تنظيم الجسم، ولذلك تظهر معظم الأنشطة بشكل أوتوماتيكي كرد فعل للمعلومة الواردة. ولناخذ الأسود والأرانب التي تبدأ في التفكير عند إدراك فرائسها أو أعدائها. وعندما ترى صيد السلمون في المياه أو النورس وهو يناور بخفة ضد العاصفة فإنك تفهم أنه في هذه الحيوانات يكون المحفز القادم، والإدراك العقلي المترتب على ذلك ورد الفعل الذي يليه هو الذي يُشكل سلسلة مستمرة لأن مستوى ردود الأفعال المحتملة يكون محدودًا في معظم الحيوانات.

وبالنسبة للبشر، هذه السلاسل مكسورة، وردود الفعل تأتي متأخرة. فهناك انفصال بين الملاحظة والعمل. فالملاحظة تحدث ولكن تظل غير مستخدمة، وتضاف إلى المخزون الموجود. وتبدو أنشطة الإنسان كمخلوقات مستقلة تنشأ بتلقائية من

المختزنة، وتستدعى الدفعة الفورية سلسلة من الإدراك العقلي، وتشكل السلسلة، ولكن عند نهايتها الحرة، حيث تتكسر هناك، وينعكس الفكر ويصبوب العقل على امتداد السلسلة المكسورة، ويصبح الإدراك العقلي مادة للملاحظة، وتشكل الروابط مع سلاسل أخرى، حتى تنشأ شبكات ضخمة من الروابط، وهكذا عكس ما يحدث في الحيوان، فإن العقل البشرى مجبر على عمل منحنيات، والعديد من هذه المنحنيات يكون ممكنًا. وتماثًا كما هو الحال بالحيوان، فإن العقل يمثل نتائج كل الأعمال الممكنة، ويقارن بينها، والعمل يتم تأخيرها حتى تتم عملية الاختيار. ولكن العدد الممكن من الأعمال يكون لا محدودًا فهو يتسبب في تأجيل الأنشطة حتى يمكن مدها، ولهذا يمكن أن تظهر استقلالية الفكر بدرجة عالية. ومن الحكمة افتراض أن التوسع في استخدام الأدوات يكون هو السبب وراء تكسر سلسلة الإدراك العقلي بدرجة متزايدة، في حين أن الحيوان لا يقوم بأى عمل إلا بعد دفعة شعورية خاصة، فالإنسان يكون مجبرًا على عمل منحنيات طويلة في عقله، وقبل أن يضع خطته يقوم بالبحث أو مخترع، وينتج الأداة المناسبة. وهذا الاقتراح وإنتاج الأدوات يتسبب في الفصل بين الدفع البدائي والعمل اللاحق المترتب عليه. وكذلك إضافة سلاسل جديدة وروابط إلى الشبكات الموجودة بالعقل وإلى الأدوات، وبعضها يتم تقويته من خلال نجاحه، وأخرى اندثرت وأشارت لاستقلالية دائمة للفكر. إن بعض الأنشطة العقلية قد انفصلت تمامًا عن استخدام الأدوات، وبدأ الناس يدخلون في تأملات تجريدية وألعاب وتعقيدات من العلاقات الاجتماعية، وأصبحوا أكثر وعيًا بأنفسهم وبالعالم من حولهم. وفي رأى بانكوك أن التوسع في القدرات الفكرية هو الذى دفع العقل ليتسع خلال المراحل الأولية للتطور والنشوء الثقافى. وفور تسكين المخ لكل الأنشطة العقلية التى يحتاجها الإنسان، يصل إلى حالة السكون. وهذه هى المرحلة التى سمح فيها النشوء البيولوجى للنشوء الثقافى وأعطاه الفرصة.



## الكلام والعضو المسؤول عن الحياة المجتمعية للإنسان

الاعتماد المنظم على الأدوات يسبب انفصال السلاسل الإدراكية عن الدافع الشعوري، الذي جاء بها أصلاً، وأصبحت السلاسل المفصولة الآن كيانات عقلية منعزلة معدة للتقدم. ولكن كيف تمكن أجدادنا من معالجة هذه الانعزالات العقلية غير الواضحة. إنهم يحتاجون على الأقل إلى مادة وهوية، حتى يتمكن العقل من ملاحظتها. وكان ذلك ما يفعله الإنسان طوال الوقت، فبعيداً عن التجمع الغامض من العروض الداخلية، يقوم العقل بعزل الجوهر ويعطيه اسماً. ويشير الاسم إلى مفهوم والمفاهيم تكون تجريدية، وهم يشيرون إلى التشابه فيما بين عدد من العروض المنفصلة. وقد أعطت هذه الأسماء هويات لهذه المفاهيم، حتى يتمكن العقل من التعامل معها، ومن الآن، فإن المحفز الخارجى لم يعد مطالباً باستدعاء انطباع من الماضى، ويكتفى بذكر الاسم المناسب. وأخيراً أصبح العقل الإنسانى قادراً على التعامل مع المفاهيم التى لا تشير لأى واقع ملموس. فكلمات مثل الحقيقة، والفضيلة والطاقة، تستطيع أن تثير عروضاً واضحة فى العقل وتستدعيها، ونحن نعرف ما نعنيه، على الرغم أن هذه المفاهيم توجد فقط كأسماء. وانظر إلى ما يحدث عندما تقرأ هذا الكتاب، فتفكيرك يكون أكثر قليلاً من مجرد اللعب التجريدى والكلمات والرموز. فالأسماء والكلمات مجموعة فى جمل حيث تشكل أجزاء متبادلة، أنت تقرأ وتفكر وترسم نتائجك، ولكن قد يستغرق ذلك وقتاً قبل تطبيق النتائج العملية لجهودكم. وبعض المنحنيات الخاصة بنا قد تستمر مدى الحياة. وعندما ظهر الكلام تحول الكلام العاطفى لحدودنا تدريجياً إلى تواصل رسمى مشيراً لحركات لغوية مشابهة، لذا فالخبرات والمعلومات المتفتحة تنتشر بسرعة من خلال أرواح الكثيرين. والكلام ليس فقط الحامل للأفكار، ولكنه أيضاً آلة للتواصل الإنسانى. وقد لخص بانكوك أن الإنسانية لم تكن لتظهر فى غياب حياة الجماعة التى تم توارثها من الأجداد

الأوائل. لذا استطاعت أول الجماعات البشرية البناء على ذلك، من التقاليد الغنية للسلوك الجماعى والتضامن المشترك الذى كان يتطور فى أسلافهم من الحيوانات. وكان شىء صارخ أن يكون هناك تطابق فى نقاشه مع أحدث الأبحاث التى قام بها دى وال وتوماسيللو وأقرانهم. أما دى وال فجعلنا على دراية بالنشوء الثقافى الأول بين الشمبانزى والبونوبوس، فى حين أن توماسيللو ذكر أن الفرق الكبير فىنا نحن البشر إنما يكمن أساسًا فى مواهبنا المتقدمة فى التواصل. وتأكيد بانكوك على أن الكلام والتواصل هو وسيلة النشوء والتطور الثقافى، فيه إشارات ومعانٍ يمكن مراعاتها بسهولة، وقد كان على دراية كاملة باعتماد الفرد الكلى على الجماعة التى ينتمى إليها، وأدرك أيضًا أن النشوء الثقافى يتقدم مبدئيًا عند المستوى الاجتماعى للتنظيم. وقد يأتى الأفراد باكتشافات واعدة وبعض الأفكار العميقة. ولكن إذا لم تتبنَّ جماعاتهم هذه الاكتشافات تضيع هذه الجهود ولا تترك أية بصمات على التطور الثقافى، ثم يأتى اكتشاف توماسيللو ليؤكد حدس بانكوك.

### قاطرة الثقافة والترددات الأيدولوجية

قال بانكوك بأن الثلاث صفات التى يعتبرها بشرية بصفة أساسية - استخدام الأدوات، التفكير التجريدى والكلام - هى مترابطة بشكل معقد. ففى غياب إحداها لم يكن ليظهر عنصر البشر ويرتقى. فهم يدعمون أنفسهم ويحافظون على بعضهم بعضًا، وقد عملوا معًا كقاطرة تكتسب القوة عبر الزمن وحرروا الإنسانية من قيود حياة الحيوان.

وقد ذكرت أن بانكوك فى عصره، لعب دورًا مهمًا فى الحركة الماركسية. وكان الهدف من أبحاثه أن يظهر أن الماركسية وداروين شىء واحد. لذلك بحث عن نظرية تجمع نشوء الحياة والثقافة معًا. وكانت عقيدته الحاسمة أنه فى الإنسانية قد تم تغيير

مسرح الانتقاء الطبيعي من النظام البيولوجي، إلى الأدوات المتغيرة والمتبادلة - التفكير والكلام. وفي الخلفية تتحرك لتراقب كيف أن هذه الفكرة المضيفة قد أجبرته على التخلي عن العقيدة المادية التي أخذها من ماركس. وهذا التيار الفلسفي يؤكد أن كل تطور يقوم على أساس مادي، ويمكننا الاعتقاد كما نحب، ولكن إذا لم تسمح البنية التكنولوجية والاقتصادية بتحقيق خططنا، فلن يتحقق أى شىء، وهكذا. وبالنسبة لماركس فالتطور في وسائل الإنتاج - الأدوات - هو القوى الدافعة للتطورات المجتمعية، في حين أن البنية الخارقة الأيديولوجية - التفكير والتواصل - تعد ثانوية ولا يمكنها التوجيه، ولكن تتكيف فقط مع حالة التكنولوجيا. وعلى الرغم من هذه العقيدة المادية، فإن هناك فقرة واحدة، عرض لها بانكوك في كتابه عام ١٩٤٥، حيث تصبح الصفات الإنسانية الثلاث متساوية، ولذلك فقدت الأدوات أهميتها بوصفها سبباً نهائياً للعملية كلها. وأحياناً يحدد تطور الأدوات مضمون أفكارنا، ولكن في أوقات أخرى يصبح تفاعل المبادئ والمفاهيم والأفكار هو الدافع القوى خلف التكنولوجيا. وبهذا النقاش يصل بانكوك فوراً إلى قلب النظرية المعقدة، والرؤية العالمية السامية، واحدة تلو الأخرى. وهذا يذكرنا بتوماسيللو الذى اكتشف أن التغيرات في المهارات التواصلية هي العامل الحاسم في أصل الأنثروبولوجيا. ولسوء الحظ عاد بانكوك إلى موقعه الماركسي المؤلف عندما وضع استخدام الأدوات كعامل يدفع العاملين الآخرين. وفي جوانب أخرى يظل بانكوك ابن عصره. فقد اعتقد أن محرك الإنسانية سيؤدى في النهاية إلى سيطرة الإنسان المطلقة على الأرض. ونحن نعود بذلك إلى الرؤية الحديثة لهذا الكوكب كعالم، والتي سادت مثل الرؤية العالمية السامية. وهذه الصورة الحالية المتقدمة كانت تتفق مع ماركس الذى تنبأ بأن الإنسان قد قدر له إقامة علاقات داخلية متناغمة مع الطبيعة، وذلك من خلال إلغاء كل المتضادات الطبقيّة. ويجب أن نلاحظ أن التاريخ واليوتوبيا لماركس كانا غائبين، فقد رأى أن الاعتقاد بأن المجتمع دون طبقات يعد كقانون حديدى، ويعد هدفاً يجب

تحويله مادياً مستقبلاً، ولن يمكن تحاشي ذلك. وبهذه العزيمة وضع ماركس وبانكوك نفسيهما خارج إطار العلوم التي ترفض كل علم غائب، وتقر فقط الشخصية غير المتنبأ بها للواقع. وهذه الترددات الأسطورية الناشئة عن نظرية بانكوك تظهر أن النسخة الأصلية من الماركسية قد تمت مصادرتها، وأنه لا يوجد لها مكان في الرؤية العالمية السامية. ويجب أن نصحح هذه الترددات الأسطورية، قبل تبنى نموذج بانكوك كأساس لفهم أصل الإنسان. والمكونات الثلاثة التي تشكل محرك وقاطرة الحضارة هي متساوية في المبدأ، فالإنسان لن يتمكن أبداً من الهيمنة على الكوكب والمستقبل مفتوح.

وبالنسبة لنا فإن أهم مزايا نظرية بانكوك لأصل الأنثروبولوجيا أنها بعد هذه التصحيحات المهمة، قد أكملت اكتشافات دي وال وتوماسيللو بشكل جميل أثناء التأكيد على جوانب النشوء الثقافي الذي غالباً ما ينظر إليه في هذا السياق، ويعد الاعتماد على استخدام الأدوات والفكر والتوصل إليه، مسألة أساسية تحدد تطور الحضارة ودمج أجزاء أكبر وأكبر من البيئة الطبيعية داخل المنظومة الإنسانية، وهذه مكونات لاغنى عنها لفهمنا، إلا أن هناك زاوية من الصورة الكلية مازالت مفقودة، فالتطور الثقافي لا يشمل فقط تتابع التغيرات المتفاعلة لاستخدام الأدوات والفكر والتواصل، بل يشمل أيضاً التغيرات الممتدة في بناء المجتمع. وإعادة الترتيب المجتمعي كان أكثر من مجرد تكيف مع ظروف جديدة، فرضتها العوامل الثلاثة الأخرى. وقد أسفر ذلك عن نتائج على هذه الثلاثية والتأثير على حياة ذوى الصلة. وعلى الرغم من أن بانكوك تمكن فقط من ذكر هذه المشاكل في سياق كلامه، عندما ركز على أصل الأنثروبولوجيا، فإن هذا الأمر كان مركزياً بالنسبة له مثل الماركسية. ونظراً لسلبات المنهج الماركسي، فإنني أفضل أن أستعين بعالم الاجتماع نوربرت إلياس الذي كانت له رؤية متقدمة عن التعقيد.

## نظرية الحضارة لنوربرت إلياس

كتبت في افتتاحية هذا الفصل أن العلم لاقى صعوبة في تناول مشاكل مثل أصل الإنسانية وتطورها. ومن الصعوبة تجنب الاختلاط غير المرتب مع الأساطير، مع هذا التورط الذى وصل إلى مستويات متطرفة. وقد رأينا النتائج الكارثية في القرن العشرين. وقد اعتقد عالم الاجتماع نوربرت إلياس (١٨٩٧-١٩٩٠) أن هذه الصدمة سببت تركيز علماء الاجتماع على المشاكل الصغيرة جدًا، والبعد خجلًا عن روائع القصص.

وعلى الرغم من أن والديه قد ماتا في الحرب العالمية الثانية (أمه ماتت في معسكر الاعتقال: وشفيتز)، وهرب هو من الاضطهاد النازي، فإنه ظل مقتنعًا بأن هناك قصة عظيمة للإنسانية وأن واجب العلم أن يضعها في المقدمة. وكانت المشكلة هي كيفية توضيح العلم المتاح، وكيفية تخطي هذا التورط الشديد. ومثل أنطوان بانكوك فقد حلم بصعود علم الاجتماع إلى مستوى العلوم الطبيعية. في حين ينفى السؤال: ما هو المبدأ الساحر الذى يمكن تفسير التاريخ العظيم للإنسانية والتنوع الذى يغلف كل مظاهره؟

ولحل هذه المشكلة، وجد إلياس ضالته في طريقة تطبق غالبًا في العلوم الطبيعية، على الرغم أنه قد توصل لذلك بمحض الصدفة. فالكيميائيون البيولوجيون الأوائل (البيوكيميائيون) على سبيل المثال، واجهتهم ظواهر متنوعة وكانت لديهم الرغبة في الدراسة التفصيلية لكل الكائنات الحية على المستوى الجزيئى، بدءًا من البكتيريا إلى الإنسان، ومن الحيتان إلى شجر الصنوبر. وبالطبع لن يمكنهم حل الكيمياء الحيوية لملايين الأنواع المختلفة، إلا أنهم وجدوا مخرجًا، فقد اختاروا كائنًا حيا واحدًا سهل العمل عليه بالتجارب، وافترضوا أن الباقي كله سيكون متشابهًا إلى

حد ما، وكان شعارهم أن الطبيعة تكرر نفسها. وهكذا أصبحت بكتيريا *Escherichia coli* الموجودة في أمعائنا هي نموذج يتم من خلاله دراسة الكيمياء الحيوية للحياة كلها، فنحن الآن نعرف أن معظم المبادئ التي تحدد العملية الجزيئية لـ *E-coli* تسود على كل الحياة بغض النظر عن بعض الفروق المهمة. وهكذا أصبحت الـ *E-coli* مفتاحًا لفهم المدعمات الجزيئية الخاصة بنا. فماذا سيصبح الـ *E-coli* الخاص بالإنسان؟

بحث إلياس عن أى جزء من التاريخ يمكن دراسته في معزل نسبي ويكون في الزمن الماضي البعيد، والمعزول نسبيًا والموثق جيدًا، واختار موضوعًا صغيرًا منسقًا، وهو تحول الإتيكيت في مرحلة ما بعد العصور الوسطى في بلاط غرب أوروبا. وكان التوثيق له رائعًا فكان متوافرًا لديه كتاب للسلوكيات لحوالي ١٣٥٠ للأمام، وقد اكتشف بأن التغيرات الطارئة على الإتيكيت خلال هذه الفترة كانت مثيرة للغاية. واكتشف أنه في الأيام الأولى من هذه الفترة، كان الناس حتى المعقدين منهم لا يعارضون كثيرًا التبول في جانب الغرفة، وينظفون أنوفهم في شراشف المناضد أثناء العشاء. والأكل بأيديهم من صحن عادي. وفي كتب السلوكيات كان يتم نصيحهم بالآلا يعيدوا أى قطعة من الطعام من فمهم إلى الصحن إذا كانوا يتذوقونه. وبصفة عامة فالعلاقات بين الناس كانت جافة وأكثر قسوة من الآن وتختلف ما بين الدفء والعنف المتطرف، وشيئًا فشيئًا تقلصت الانفعالات، وأصبحت العلاقات أكثر رسمية وظهرت آداب المائدة.

وكيف يمكن شرح هذه التغيرات؟

أشار إلياس إلى ارتباطهم بالتعديلات العميقة للسلطة بالمجتمع، ففي بدايات العصور الوسطى كانت الصفوة من بين قادة الحرب المنعزلين في داخل أراضهم،

يفعلون ما يشاؤون دون أن يكبحوا اندفاعاتهم. ولكن مع تزايد التنافس فيما بينهم، أصبحوا متشابكين في علاقات متسلسلة وشبكات معقدة من الروابط الاجتماعية. وكان أكثر الحكام قوة هم الذين يحصلون على احتكار العنف، في حين خضعت المجموعات الدنيا للوجود في بيئات أكثر تعقيداً، وفي هذه البيئات الجديدة حلت المكائد مكان العنف الفوري، وكان لابد من إجادة فنون الإتيكيت من أجل النجاح. وهكذا ظهرت فروض من الخارج في أول الأمر، ولكن أصبحت بعد ذلك فروضاً داخلية كنوع من كبح النفس، وظهرت بوادر نفسية من الإحساس بالخجل والتناقض، وهو ما قمع الاندفاعات الأصلية والمباشرة. وقدم إلياس مسمى "الحضارة" لكل مجموعة من هذه التعديلات والتحويلات. وقد سمح نظامه النموذجي بدراسة كيفية تعبير الحضارة عن نفسها على مستوى الإنسان والمجتمع كله، وإظهار كيفية ارتباط هذين المستويين للتنظيم.

وقد عرض أيضاً بالتفصيل كيفية انتشار نماذج جديدة من التحكم بالنفس من البيئة، حيث استمدوا أصولهم إلى المجتمع كله. وقد أظهر في تحليله للتغيرات الطارئة على عادات الطعام خلال انتشارها في المجتمع الغربي على مدار عقود، وفي أول الأمر ورمزاً لقمع العنف، تحولت السكين من سلاح إلى أداة لتقطيع الطعام وبعد ذلك أصبحت توضع المعلقة ثم الشوكة بين الطعام والوجبات.

واستطاع إلياس أن يصل لنهاية أخرى رئيسية من دراسة هذا النظام النموذجي الخاص به. فقد أظهر عظمة الحضارة للحد الذي صعب معه على الفرد التأثير فيها. فقد جاءت وكان الناس حينها غير مدركين للتحويلات الضخمة التي انغمسوا فيها.

### إلياس وبانكوك

يأتى الارتباط مع نظرية بانكوك لأصول الأنثروبولوجيا من العقل، وقد استطاع هذان الكاتبان اكتشاف المبدأ الأساسى نفسه للتطور الاجتماعى، وبالنسبة

لكلتا النظريتين، فإن الأدوات تأتي في الوسط بين الاندفاع الفوري والعمل الذي يلي ذلك، فإذا أجبرت الأدوات هذا العمل على الانحراف، ينحرف العقل كذلك، ويتم قمع الاندفاع الفوري، في حين يتم انتهاك سلسلة الإدراك الموجودة بالعقل، ويتم إحلالها بأخرى تسمح بالتعامل مع الأدوات بشكل مناسب، والعملية كاملة تعتمد على الظهور المستمر لمجموعات جديدة من المفاهيم وشبكات التواصل.

ولكن كانت هناك أيضًا فوارق مهمة. ورأينا ذلك في ماركسية بانكوك التي كانت المرجع الرئيسي، إن مادية هذا التيار أجبرته على النظر في استخدام الأدوات (تطور وسائل الإنتاج) كسبب نهائي للأصول الأنثروبولوجية، مقللاً بذلك من شأن التفكير والتواصل. وبالنسبة لإلياس لم يكن هناك هذا الترتيب في المكانة، حيث اعتبر أن تنظيم العلاقات الاجتماعية متساوٍ في الصلة.

والمهم في هذه الحالة، كان بالطبع تحول المحاربين إلى أعضاء في البلاط، وذلك في النظام النموذجي. ولم تكن هذه الأنشطة أقل أهمية من استخدام الأدوات أو الإنتاج في إجبار العقل على الانحناءات، ومع بعض المبالغة فقد نرى أن الإنسان عند بانكوك هو إنسان آلي منتج دون دم، في حين أن إلياس رسم صورة أكثر حيوية وواقعية. ولأن الحضارة تشمل السلسلة الكاملة للنشاط الإنساني، فهي النموذج المفضل، وعلى الجانب الآخر فإن إصدار بانكوك الأول حول هذا الموضوع جاء عام ١٩٠٩، وذلك قبل إصدار إلياس لكتابه حول "العملية الحضارية: عام ١٩٣٩، وكان هو من قام بالربط بينها وبين البيولوجيا.

## الصورة الكبيرة

بعد استكمال دراسة نظامه النموذجي، استمر إلياس في البحث في ظواهر اجتماعية أخرى، وذلك للتحقق من أن نظريته للحضارة قابلة للتطبيق، وكان التنوع



في موضوعاته في الآداب والديمقراطية والرياضيات والعلوم يعد رائعا. ويجب أن أذكر أن دراسته في "التضمين والانفصال" التي ذكرها في الفصل الثاني حول الرؤى العالمية وفي نهاية حياته في الثمانينيات، عملت على مداومة دراسية على المدى الزمني لعمله تم بشكل معتبر. وفوق كل ذلك فقد طرحت نتائج هذه الدراسات وبقوة المبادئ الأساسية لهذه النظرية التي أصبحت عالمية وتنطبق على التطور البشري بأكمله منذ الخليقة حتى يومنا هذا. ومع الأبحاث البيولوجية لعلماء مثل دي وال قد يمكننا ضم الحضارات الناشئة للحيوانات خاصة القرود، لأن هناك أيضا قوانين ثقافية تكبح الاندفاع الغريزي وتجبر الأداء والعقل والتواصل على اتباع المنحنى المناسب. ومن وجهة نظر أساتذة علم نظام الأرض يمكن اعتبار الحياة نفسها شبكة معقدة ومركبة من المنحنيات، وتطوير ذاتي لتنظيم التدفقات الجيوكيميائية التي ظهرت على الأرض الأولية والتكاثر الذي حدث فيها حتى يومنا هذا.

وإذا كانت نظرية إلياس حول الحضارة قابلة للتطبيق العام، فيمكنها أن تساعد في تحسين فهمنا للتطور الإنساني ككل. وقد يبدو ذلك اقتراحا متعارضا مع أغلبية مؤرخي اليوم، فهم يميلون للاعتقاد بأن مسار التاريخ يكون بالصدفة والتقلب، ويتعدون عن فكرة النظريات الشاملة. ولكن علينا ألا ننسى أن اهتمامهم كان على المدى القصير، والنظرة الطويلة قد تعطي صورة مختلفة تماما، ويذكرنا هذا الموقف بتاريخ الأرض الذي يبدو أيضا كارثيا في تفاصيله في أثناء إظهاره للتطور العالمي الناشئ كصفة رائدة على المستوى البعيد. فهل المسح الشامل للتطور الإنساني يظهر سمات مماثلة للنشوء؟

والحقيقة في حد ذاتها أن أجدادنا كانوا يشبهون القرود من الحيوانات، وهذا مؤشر يفسر أن هناك أيضا تطورا تراكميا للحضارة، برغم الأنماط الكارثية للتقدم والتراجع التي تعتم الرؤية التفصيلية وتلغى إعادة بناء مسار الأحداث الحقيقية خلال

ملايين قليلة من السنوات. وإلقاء الضوء على سمات إضافية، يظهر أن التطور لم يعمل بشكل تدريجي، ولكن هذه التطورات تم تأكيدها وإعادة بناء قصة الحضارة مثل قراءة كتاب يضم فصولاً متعاقبة.

وعلى الرغم من أن هذا النمط قد تم إدراكه لمدة طويلة، فإنني أود الإشارة هنا لتحليل حديث لهذه الظاهرة، قام به جوب جودزبلوم عالم الاجتماع بجامعة أمستردام. وما يجعل دراسته ذات صلة وثيقة بهذا الفصل هو تناوله لنظرية الحضارة كنقطة بداية له. وقد فرق جودزبلوم بين ثلاثة أنظمة بيئية - اجتماعية متتالية حيث تحتل السيطرة على النار والإنتاج الزراعي والحيواني والصناعي مكاناً مركزياً، وهذا التابع يظهر بشكل كوني ويكرر نفسه في العالم، ويمتلك كل سمات النماذج الناشئة التي تظهر فقط على المدى البعيد. وهو نظام مذهل يسمح لنا في نظرة واحدة برؤية كل المراحل الخاصة بعملية تطور الحضارة. وبالاتفاق مع نظرية الحضارة، لم ير جودزبلوم أن هذه الأنظمة تعكس العلاقات السياسية أو أنها كما هي عند الماركسيين مجموعات منتجة فقط، ولكنها أيضاً مركبة من القواعد المنظمة والعادات والعقوبات (سلبية وإيجابية). ويحاول الناس من خلالها تنظيم العلاقات فيما بينهم وبين البيئة. وداخل النظام تتداخل كل هذه العوامل مع بعضها بعضاً، حتى تظهر ككيان مستقر كامل قادر على الحفاظ على نفسه لأطول فترة من الوقت، وقد يكون الانتقال إلى النظام الذي يليه مفاجئاً إلى حد ما. وهؤلاء الذين يجدون صعوبة في الاعتقاد في هذه النمذجة، عليهم ملاحظة أن الجيولوجيا وعلم نظام الأرض هما عبارة عن تتابع متشابه ومتوازن وأن التغير موجود ليميز تاريخ هذا الكوكب ككل.

وقد خصص جودزبلوم دراسة النظام الأول لترويض النار، وقد أظهر أن هذه القدرة قد فصلت الإنسان تماماً عن أسلافه الحيوانات. وقد نعتقد أن بوابة توماسيللو الخاصة بالتواصل، قد سبق المرور منها قبل اكتشافها. فالتكنولوجيا وحدها تطلبت قمعاً للاندفاعات السائدة. وتوجب التغلب على الخوف الزائد عن الحد وإنشاء نماذج

سلوكية مركبة. ونظرًا لأن المحافظة على النار اعتمدت على التعاون بين أعضاء الجماعة، فيمكننا تخيل تغيرات في البناء الاجتماعي بسلوك الأفراد. وهذا التقدم في عملية الحضارة قد يحدث فقط لأن التحكم وترويض النار قد فتح فرصًا جديدة ورائعة، وعلى الفور حولت ميزان القوة لصالح الإنسان حتى على حساب أكبر الحيوانات. وأصبح من الممكن الطهي، واحترقت الغابات، وأعقب ذلك هجرة متزايدة من أفريقيا إلى مساحات كبيرة من العالم. وعاش هؤلاء صيادين وجامعين للقمص، ومن أجل التوجيه العقلي كان لابد من اعتمادهم على تنوع في الرؤى العالمية وهو ما أسميناه الاعتقاد في الكيانات الروحية في الفصل الثاني. وكان العصر الذي تم ترويض النار فيه وتطبيقها غير مؤكد، وتم تقديره بالتقريب بأنه كان في الفترة ما بين ١.٨ مليون إلى ٢٥٠.٠٠٠ عام. والمرحلة الثانية من الزراعة استكملت شكلها منذ ١٠.٠٠٠ عام. وتحت هذا النظام كانت الرؤية العالمية لمركزية الأرض صعبة ومتأرجحة. والنظام الثالث وهو الصناعة مع الحداثة، التي ظهرت في نهاية القرن الثامن عشر، وبدأت الرؤية العالمية السامية قبل عقود قليلة ماضية. ويرى جودزبلوم علامات نظام رابع تظهر في الأفق كرد فعل للتكهنات المتشائمة الحالية لتغيير بيئي عالمي، وستدعم الهياكل الاجتماعية تطبيق التنمية المستدامة والفكرة الخاصة بالتحول الناعم إلى نظام مستدام قادم يتم مناقشته الآن والفكر يغوى، ولكن هل هو حقيقى؟ نحن نفهم قدرًا ضئيلاً عن كيفية عمل هذا النظام، ومستوى الكبح الذاتى المطلوب لتطبيقه يتطلب من سكان العالم الكثير الذى لا يقدرُونَ عليه. وإنى أقترح أن ننظر إلى هذه المشكلة بمنأى عن علم نظام الأرض والرؤية العالمية السامية.

## التطور مرة أخرى

قدّم توماسيللو مبدأ التطور للتفرقة بين ثقافات الإنسان والقردة. وقد رأينا كيف امتدت هذه الفترة بشكل مناسب لتمثيل توسع الكون ونشوء الأرض. ويبدو وكأن هذه المملكة المتعطشة للتطور التراكمى هى سمة متكررة فى العالم الحقيقى. ولذا

لدينا تطورات تعمل على عدة مستويات في المكان والزمان، فهناك تطور نظام الكائن الحى في التعلم والعلوم وهكذا. وهى مرتبة في نظام هرمى مع أكبر الأنواع التى تضم الأصاغر منها مثل العرائس الروسية. وأكثر من ذلك، فالتطور على أعلى المستويات يولد الأشياء الداخلية من خلال توفير الظروف التى تساعد على التطور الكونى ونحن البشر ندين بأصولنا إلى النشوء البيولوجى الذى يعد بدوره جزءاً من تطور الأرض. وما يحير فى عملية إدراك التطورات هو عدم كمال عملياتهم. وطوال الوقت نراهم يتراجعون للخلف فى حين تمنع الاندفاعات، والنشوء والدورات تقدمهم. ولا عجب فى أنهم يظهرون بصعوبة وعلى مستوى صغير حتى ولو أظهرت المراقبة الطويلة مبدأهم المتجه لأعلى، وهكذا على مدى العقود والقرون شكلت عملية التمدن العديد من اللحظات غير الحضارية التى تركت المؤرخين المساكين فى حالة ارتباك هيكلى.

ويجب ألا ننسى أن عدم وجود مثل هذه القواعد التنظيمية واللوائح، قد يكون بدافع من عمليات التطوير الخاصة لهم، وذلك لأنهم يميلون لأن يصبحوا أقوياء مع مرور الوقت. وهذه واحدة من المفاجآت التى نرحب بها فى الحياة، رغم أنه على المدى البعيد قد تمثل التطورات البناء لها اليد العليا. وقد رأينا كيف أن انهيارات الحجر الجيرى المحيطية قد تبعثها عودة لحالتها الأولى سريعاً، والارتفاعات الحادة فى مستوى الأكسجين فى المجال الجوى كما هو فى العصر الكربونى، تم تراجعها بسرعة. وعلى هذا المنوال انهارت النظم السياسية الإجرامية برغم التطورات الداخلية بها التى لا تنتهى. لذلك فهناك شىء إيجابى فى الحقيقة برغم ما نراه من جانب سلبى، وحذارٍ من الأحلام اليوتوبية فكل ما نعرفه أن العالم على المدى الطويل يميل لأن يصبح معقدًا، أولاً توجد أى مصالح فى مستقبل متقد يخلو من المشاكل. وفى هذا الإطار، سيؤدى الحال بنا للتأمل فى ظل أسباب كل هذه الترتيبات الخاصة بالتطور. وإننى

أستخدم المصطلح في شكل وصفى آملاً أن تزيد من عجبنا وتوجهاتنا. والشئ المهم هو الإدراك بأن نوعاً ما من الذاكرة سيتخلل العالم المتطور. وحياتنا ليست سريعة الزوال كما نعتقد أحياناً. وإلى حد ما نقوم بعمل فارق وسيدكرنا الجميع ونحن معصوبو الأعين حيث إننا بكل هذا الانغماس في كل المسائل، سنكون أقل من يُعتمد عليهم من القضاة في الحكم على ما نقوم به من مساوئ.

ودعوني أحاول تلخيص قصة الحضارة الإنسانية، فقد بدأت منذ ٥.٥ ملايين عام عندما انفصل أول ممثلي البشرية عن عالم الحيوان، وفي وقت لاحق عبر أجدادنا الأعتاب السحرية لتوماسيللو مقدمين التطورات الثقافية الأولية، وهذا الحدث أدار قاطرة بانكوك وإلياس، واستخدام الأدوات والتفكير والتواصل والتنظيم الاجتماعي، وكذلك دمج البيئة داخل كيان متفاعل واحد. وفي البداية تقدمت الحضارة ببطء وليس بأسرع من التطور البيولوجي، ولكن فيما بين ١.٨، ٠.٢٥ مليون عام مضت، أثار ترويض النار عملية إعادة تنظيم مطولة واتسعت الفجوة بين الإنسان والطبيعة، لمدة طويلة، حيث تم دفعهم للوراء من خلال خوف سلبي. ومنذ ١٠٠٠٠ عام تم إرساء إعادة تنظيم الزراعة وأصبح معدل تقدم الحضارة أسرع، حتى العصر الصناعي الذي أصبح مصدر تهديد لاستقرار نظام الأرض. هذا هو الوضع الذي نجد فيه أنفسنا اليوم ومخاوفنا العالمية وماهيتها، لذلك دعونا نرى كيف تتصل الحضارة بنظام الأرض.

## الفصل العاشر

### راحة الرؤية بعيدة المدى

إن ما أشار إليه نوربرت إلياس بأن "عملية الحضارة" منذ عقود قليلة ماضية، بدأ يبدو الآن كأنفجار مخيف سيشمّلنا طوعًا أو كرهًا. ووضع البشرية يشابه العدوى الفطرية على وجه الكعكة الكريمة، قد يصعب رؤيتها في البداية، وفجأة يغزو المكان. وبينما تقترب الحضارة من الحدود التي لا يستطيع معها هذا الكوكب التحمل، فلا نجد أى إجراءات للحد من المخاطر أو محاولات جادة للتكيف. وعلى العكس فإنه طبقًا لآخر التقديرات حتى وقت تحرير هذا الكتاب، فإن انبعاثات ثانى أكسيد الكربون تتعدى أكثر السيناريوهات تشاؤمًا التي تم إصدارها منذ أقل من عقد مضى. وتشير أول علامات التسخن على الكرة الأرضية إلى أننا ندخل إلى منطقة الخطر. ومع تسارع خطوات نمو الحضارة فقد نبقي لمدة عقد أو قرن قبل أن تحل الكارثة الكلية، ولا يمكن تجنب التصادم. وهذا التحذير المسبق هو أساس القلق العالمى. ومن الممكن أن تنمو الأديان فجأة وتزدهر الحركات الروحية. وتُسمم الهلاوس عقول الملايين، وتنقسم الثقافات وتزدهر حالات إرهاب الأجانب وتهمش العلوم. فما هى الراحة أو التوجيه الذى يحتمل أن نستمدّه من الرؤية الطويلة البعيدة للعلوم ونحن ننجذب إلى الدوامه؟ وحتى بالوصول لنهاية هذا الكتاب لا يمكننا تجنب الإجابة عن هذا السؤال.

هل حقًا الحرب الفاصلة الكبرى الفانية (الهرمجدون) حتمية كما يُود أنبياء بعينهم أن نعتقد، أولاً دعونا لannenسى أن تعقد الموقف يمنعنا من التنبؤ بالذى يمكن الاعتماد عليه. وقد قال الكاتب الفرنسى أندريه مورو إنه: "غير المتوقع دائمًا ما يحدث" وهذا ينطوى على أننا يجب أن نكون مستعدين للمفاجأة. كذلك فالتشابه

بين النمو الكبير للحضارة والعدوى الفطرية التي ذكرتها آنفاً هو شيء معيب بشكل أساسي برغم استخدامه بشكل عام. فالخلايا الفطرية التي تتراكم أولاً على سطح الكعكة الكريمة، في بقايا الطعام المخضرة الطينية هي متشابهة تقريباً. وعلى النقيض من ذلك تنمو الحضارة على غرار السقطة، وفوق الألف عام تسبب خليطها الفريد من الأعضاء التي يمكن استبدالها، والفكر الدائر والاتصال الرمزي والحركات الاجتماعية المعقدة، في عمل تيار متسارع من الصور الخيالية الممتدة. وبمقارنتها بالنظم البيولوجية، فإن الحضارة قابلة للتكيف بشدة، والمعدل الإجمالي الذي تتعاقب فيه التعديلات وراء بعضها بعضاً في تزايد، وهكذا فإن الاحتمالية لا يمكن استبعادها، حيث إننا الآن نتوجه إلى تحول اجتماعي، يحل محل النمو الانفجاري، وندخل في تعقيد منظم متزايد. ومرة أخرى نحن لا نعرف ماذا ينبغي لنا المستقبل. ومع ذلك فنحن لسنا ضعفاء. في الماضي كان تدخل الإنسان يشكل فارقاً في كل المناسبات، حتى وإن لم يستطع الأشخاص المعنيون رؤية مضامين أفعالهم. لذا وفي تواضع، يمكن لكل منا أن يسهم في التغيرات الاجتماعية التي توجد في نصابها في الوقت الحالي.

وهناك الكثير لنفعله، ولنبدأ في التساؤل: هل يمكننا تغيير اتجاهاتنا نحو الأرض؟ وأن نراعي وعينا وإعجابنا للتطورين اللذين دفعا بالأرض بعيداً بعيداً عن حالتها الأصلية: أحدهما خاص بالأرض بصفة عامة دافعاً لانتشارها عبر الدهور، والآخر وليدها الذي يدفع التطور السريع للحضارة. وفي هذا الكتاب يمكنني أن ألمس القليل من الملامح البارزة، في حين تبقى الثروات العظيمة قيد الاكتشاف. ويجب أن يكون هناك حرص خاص على استكشاف المزيد عن العلاقة بين العلم والأسطورة، كما حاولت أن أفعل خلال هذا الكتاب. وهذا الجهد الضخم يجب ألا يظل مقصوراً على علم نظام الأرض، ولكن يجب أن يشمل قراراً متكافئاً من العلوم الأخرى. وفي الفلك بصفة خاصة، يوجد بالفعل الكثير من الخبرات والنقاش الخادع بين العلم والدين، الذي يجب أن يستكشف أيضاً، وأتمنى أن تكون توصياتي

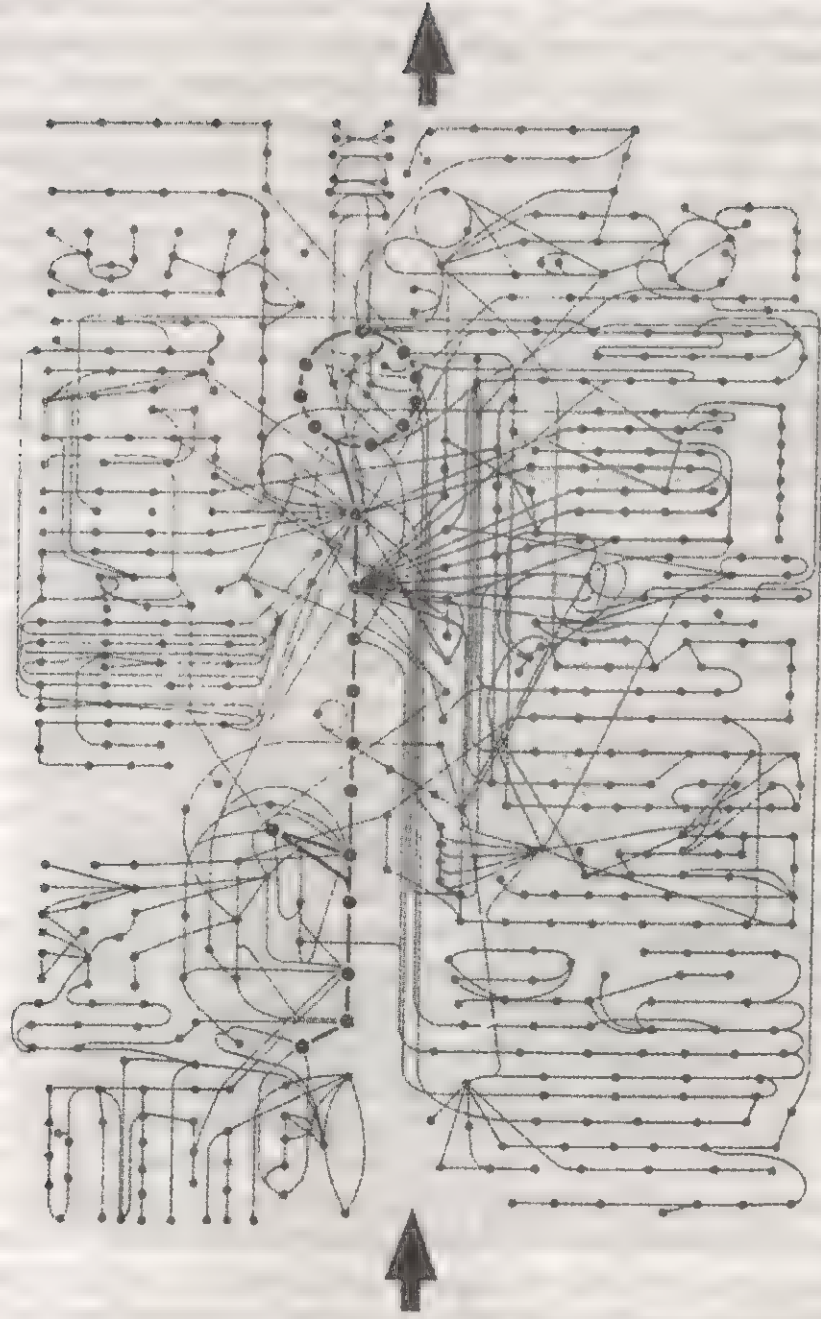
التي أتيت بها في الفصل الثامن مثمرة. وكما اقترحت، فإن العلم قد يلعب دورًا مهمًا كوسيط بين التقاليد الأسطورية في هذا العالم. وهكذا يساعد على التقاء الثقافات وتقوية عملية توجيهنا من خلال الواقع على مستوى العالم سيكون هو الهدف الإجمالي لهذا السعي. وخلال هذا الكتاب حاولت أن أبقى قريبًا قدر المستطاع من حال العلم السائد. والآن وقبل أن أنتهي أقترح عمل استثناء واحد باستكشاف مختصر لحالة إبداع أساسي، من شأنها التأثير إيجابيًا على علم نظام الأرض. في الزمن القادم أشعر برائحة شيء جديد في الهواء ونتيجة مكملية لنظرية الأرض التي اقترحها جيمس هتون في نهاية القرن الثامن عشر. وإذا كنت على صواب فإن النظرية الجديدة ستصل بفهمنا لهذا الكوكب لمرحلة جديدة من التعقيدات. وهذا يؤدي إلى التساؤل عما إذا كانت من الممكن أن تساعدنا على حل المشاكل المتعددة للتغير العالمي، وبكل أسف فإن هذه النظرية الجديدة للأرض لم تأت بعد، ولكن قد تعطينا التطورات الشائعة في مجالات مرتبطة تلمح إلى ما يمكن توقعه. لذا دعوني أصف لكم باختصار ما يدور، وفيما بعد سنرى المكان الذي ستدخل منه الأرض إلى قصتنا.

### قانون كويجمان لقابلية الحياة والنمو

كان سباستيان كويجمان يمر على صفحات من العمليات الحسابية وكأنها مجالات كوميدية. وكانت أيضًا له رؤية غير عادية للحياة على الأرض. وكان يأخذ إجازة سنوية من عمله لمدة شهر لزيارة مكان غير مأهول بالسكان حول الكوكب ويعود بتوثيق مؤثر لكل ما هو حي. وهو يدعى أن معلوماته الموسوعية هي قاعدة البيانات التي تنبع منها نظريته المدهشة. وكان كويجمان أستاذًا للبيولوجيا النظرية في جامعة أمستردام الحرة. والنظرية التي كتبها يمكن أن يعبر عنها بأنها نموذج حسابي. وكان لي شرف متابعة أعماله على مدى أكثر من عشرين عامًا.



وكان كويجمان ينظر نظرة دونية للنماذج التي تم استخدامها في التنبؤ بالمناخ العالمي، برغم اعترافه بأننا لا يمكننا اليوم تقديم أفضل من ذلك. وهم يجعلونه يفكر في طبق من الإسباجيتي لأنهم متخمون بالأسئلة (الأسهم) التي يصعب عليك فهم ما تدور حوله. ويقول كويجمان إن كل سهم من الأسهم ينبغي درجة من عدم اليقين. ونتيجة لذلك فإن النموذج كله يزخر بالأخطار، ولا عجب أن من صمموا هذه النماذج يجب أن يعالجوا المادة حتى يبدو الناتج معقولاً، وأحياناً أتعجب عما تساويه تنبؤات المناخ، والنماذج يجب أن تكون بسيطة حتى تصبح نافعة. ولكي نرى كيف أن كويجمان قد وضع نماذجه معاً، فلنبدأ بعالم الكيمياء الحيوية المصغر. أتصور خلية بكتيرية كممثل بسيط للعالم الحي، ولا تزيد على ألفين من المليمتر في الجزء المقطعى، وعندما كنت طفلاً كان البيولوجيون يصفونها كحقيقية بسيطة من البروتوبلازم "مادة الحياة". وفي الوقت نفسه اكتشف علماء الكيمياء الحيوية وعلماء البيولوجيا الجزيئية ما يدور داخل هذه الحقيقية. وقد أوضح هذا البحث بالتفصيل عالمًا من التعقيدات المذهلة - ويوضح الشكل ١٠-١ تعبيرًا بسيطًا عنها وتحدث مئات من التفاعلات الكيميائية معاً وينظمها تشكيلة مذهشة من الجزيئات العملاقة، والناتج لرد الفعل الواحد (يبدو كنقطة في الشكل) ينقله أحد هذه الجزيئات المنظمة إلى منتج آخر. ويلتقط المنظم الكائن إلى جواره هذا المنتج الأخير، ويحوله بدوره إلى منتج رقم ٣ وهكذا، تظهر شبكة واسعة من الممرات الأيضية في حين يتم معالجة الغذاء القادم خطوة بخطوة لضمان بقاء الخلية. وإذا رأينا فيلمًا يصور هذا الأيض فسرى مواد كيميائية مختلفة تتطاير عبر الممرات المتعددة، إنه صخب كيميائي لعملية مذهشة التعقيد. وما نراه في الشكل ليس إلا طرفًا من جبل جليدي. وما لانراه على سبيل المثال هو الطريق الذي تنظم فيه كل هذه التفاعلات، أو كيفية إنتاج الجزيئات العملاقة المنظمة. ولا نرى كذلك آلية التنظيف المعقدة التي تتخلص خلالها الخلية من الفضلات والمنتجات الجانبية. وأكبر المعجزات هو عندما تبدأ الخلية بعد فترة في الارتعاش وكأنها قد أصيبت بحمى غامضة ثم تنشط إلى ضور متائلة.



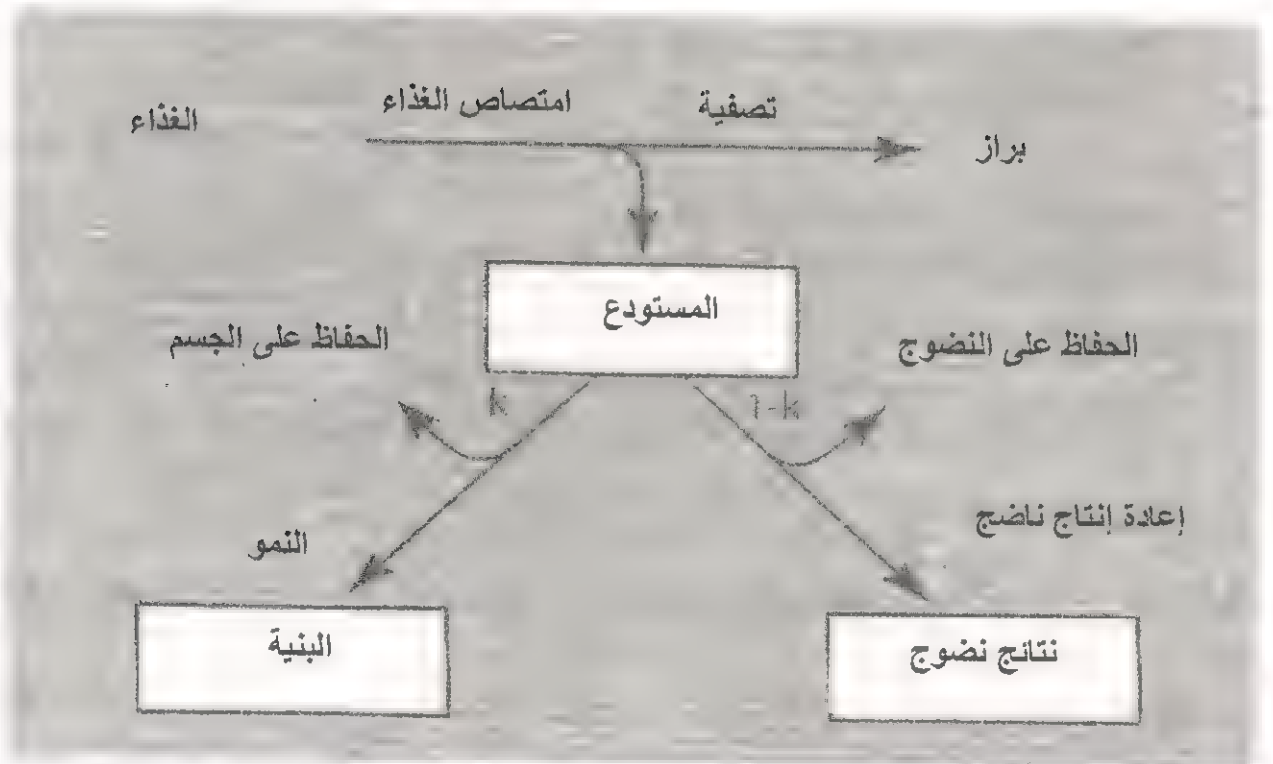
شكل ١٠-١

تمثيل مبسط لعملية الأيض في خلية بكتيرية، وتمثل النقاط التفاعلات المتوسطة والخطوط الواصلة تمثل الجزيئات الكبيرة المنظمة أو الإنزيمات. الطعام الذي يدخل الخلية يتم معالجته من خلال هذه المتاهة، بينما تخرج النفايات والفضلات من الطرف الآخر.

فكيف يمكن لهذا التنظيم الرائع أن يعمل بدون خلل لبلايين السنين؟ أو لنقولها بشكل غير حاد، كيف لهذا الخليط أن يعمل بأى حال؟ ولدراسة هذه المشكلة تم إنشاء نماذج كمبيوتر تماثل المتاهة الكاملة للتفاعلات الأيضية. وقد تستطيع تخمين نتائج هذا الاتجاه المقلوب. لقد أصبح الأمر كابوساً أسوأ من نماذج الإسباجيتى، المستخدمة فى أبحاث التغير العالمى. ونظراً لأن ديناميكيا التفاعلات معروفة بعدم الدقة الكاملة، فكل ما تحصل عليه هو كميات مضاعفة من الأخطاء، وأرى أن الشكل ١٠-١ هو رمز ليس فقط لعملية الأيض، ولكن أيضاً لنماذج الإسباجيتى. ويمكن تناول بعض هذه التفاعلات على الصعيد الفردى فى إطار نموذج، ولكن كلما أصبح التدريب متقناً نغوص على الفور فى كلام لا معنى له، ويمكننا فقط أن نصف المتاهة الخاصة بالتفاعلات الأيضية، ولكننا لا نستطيع فهم لماذا تعمل بهذا المنطق.

ويا له من تضاد مع الحياة كما نعرفها! فالخلايا الحية تفعل ما تفعله بسهولة رائعة. وحتى الأعضاء كلها التى تحتوى على ملايين الخلايا، تتحرك فى الطبيعة بخفة رائعة. فطائر النورس الذى ينزلق برشاقة ضد العاصفة لا يعرف نهائياً الاضطراب الجزيئى بالداخل. إذا ما سر الحياة؟

دعنا نعود إلى عالم الجزيئات داخل البكتيريا ونستأنف رحلتنا الخارجية المقربة. وقد بعدنا عن مجال الوضوح والتحديد النسبى - على مستوى الكيمياء - وذهبنا إلى العالم المشوش للأيض (الشكل ١٠-١). وأثناء تقدمنا فى رحلتنا تصبح تفاصيل الممرات المتعددة والتقلبات فى النواتج غير محددة. وعندما نبدأ فى فهم ديناميكية الخلية كلها، تحدث المعجزة. وفجأة نشهد على نشوء نظام بسيط بعيداً عن التشويش. وبعد أن بدأنا رحلتنا المقربة فقدنا فهمنا فور مغادرتنا لعالم الكيمياء، وهنا يعود نظام جديد. والشبكة الأيضية الكاملة تتحول بحيث تصبح منظمة من خلال عدة قواعد بسيطة.



الشكل ١٠-٢

البنية القاعدية لنظرية كويجمان للكائنات الفردية. المتاهة المعقدة لقواعد عملية الأيض الممثلة في الشكل ١٠-١ تتفق إلى حد ما مع القواعد البسيطة

وتتمثل خلاصة ما أسهم به كويميجان في اكتشاف هذه المجموعة المتناسكة من القواعد التعبير عنها في شكل حسابي قدر الإمكان. وقد جعل هذا منه أول شخص في العالم يصف تنظيم النظم الحية في إطار المبادئ الحسابية والفيزيائية والكيميائية بعد عزل كل المفاهيم الوصفية. ولمدة ثلاثين عامًا عمل على تبسيط وتصحيح وإضفاء الشرعية على نظريته باستخدام وفرة من النتائج البيولوجية، واتباع الطريقة التي جاء بها نيوتن في العلوم في القرن السابع عشر، وقد تم تحسين وتوضيح النظرية، حتى إن العديد من السمات البارزة للتنظيم البيولوجي جاءت إلى المقدمة. وهنا أجعل مناقشتها مقصورة على الخطوط الرئيسية الواسعة حيث إنها كافية للتعبير عن إمكانياتها الكامنة لعلم نظام الأرض.

(الشكل ١٠-٢) يبين جوهر النظرية والنموذج المدعم لها. وسوف نتفق على أنها تبدو أكثر بساطة من الخلية البكتيرية في (الشكل ١٠-١). والتجويف الجزئي غير مرئي، ويوجد بدلاً منه عدد قليل من الغرف والأسهم. وهم يمثلون الاحتياطي والمتدفق من الطاقة أثناء دخولها للنظام واستخدامها وخروجها. والطاقة الواردة والمحمولة مع الغذاء يتم انشقاقها إلى إفرازات من الفضلات والسوائل. وهذه الطاقة الأخيرة يتم تخزينها في مستودع الطاقة قبل أن تستخدم. وما يأتي من هذا المخزون يتم تخصيصه لعدد بسيط من الأنشطة. ويستخدم جزءًا منه للحفاظ على الآلية الجزئية بشكل منتظم (حفاظ) والآخر للسماح للخلية بالنمو (الهيكل) والتقسيم (النضوج/ ذرية) ويمكن أن تمتد النظرية لتشمل أي خواص أخرى لأي كائن حي، مثل حجم الجسم على سبيل المثال أو معدل الإنتاج.

وأساس النظرية هي أن المكونات النموذجية المتعددة ليست مستقلة، وإنما هي متصلة بقوة. وإذا تغير مكون ما مثل كمية الطاقة التمثيلية أو حجم مستودع الطاقة، فكل المكونات الأخرى ستتغير، وذلك في ضوء العدد القليل من القواعد الصارمة التي اكتشفها كويميجان.

وعندما يدرس أنواع بعينها، البكتيريا مثلاً. فإنه يحتاج لاثنين فقط من المكونات النموذجية لاحتساب الباقي كله، والنتائج من هذه العملية الحسابية ما هو إلا نبوءة حقيقية، فهي تحدثنا عن ماهية الأثر المترتب على تغيير درجة الحرارة مثلاً، أو على تركيب المادة المغذية والكمية المتاحة منها. وقد تم اختبار هذه التنبؤات معملياً. وقد وجد كويجمان ومساعدوه بثبات أن هناك اتفاقاً وطيداً بين النظرية والملاحظات عند تناولهم للمئات من الأنواع بدءاً من البكتيريا إلى الحيتان والأفيال. إنها في حد ذاتها تتحدث عن أن التنبؤات الخاصة بالبكتيريا تختلف عن تلك الخاصة في الباعوضة أو الفيل.

وبمقارنة القيم النموذجية للعديد من الأنواع المختلفة، اكتشف كويجمان مع ذلك أن هذه الكائنات متصلة طبقاً لحجم أجسامها، وهذا الاكتشاف يضعه في موقف يتيح له تغيير الباعوضة إلى فيل ببساطة من خلال مضاعفة القيم النموذجية للباعوضة لمعدل الحجم. وحالياً فإن كويجمان على قناعة بأن نظريته عالمية وتنطبق على كل الكائنات الحية على الأرض، وقد وسعها لتشمل النباتات والطحالب، وتنبأ حتى بدرجة حرارة جسم ديناصور معين، وحددها بـ ٣٧ درجة مئوية. واقترح أن يسمى ذلك "قانون كويجمان لقابلية الحياة البيولوجية" أو "قانون كويجمان" كاختصار للاسم وذلك للإشارة إلى الحزمة الكاملة للقواعد التي تحدد النموذج.

وعلى الرغم من أن قانون كويجمان يتصل بكل القواعد الخاصة بأيض الكائن الحي، فإنه يسمح لنا أساساً بالعرض النقدي للصخب الجزئي للأبيض كما في الشكل ١٠-١.

وهو يقدم معياراً يمكن من خلاله أن يحدد أدنى المتطلبات التي يتعين على الجزئيات طاعتها، حتى يمكن للكائن الحي أن يحيا. وهو يفرق بين الأساسيات والوضوء، ويمكن أن تفعل الجزئيات كما يحلو لها، ما دام ذلك يخترق قانون

كويجمان وذلك ببساطة لأن ذلك سيعنى نهاية الكائن الحى. لذلك فإن قانون كويجمان يحدد حزمة الكائنات الحية البيولوجية ليخضع التغيرات وذلك من جهة، وفي الجهة الأخرى فهو يجعل الحدود مفتوحة للتغير. ومن خلال هذه الخطوط يحاول كويجمان حاليًا تحليل الأيض على المستوى الجزيئى.

ولكن هناك المزيد، فإن الحقيقة بأن كل الكائنات الحية عليها إطاعة قانون كويجمان من أجل البقاء الذى يحمل فى طياته أن هذه النظرية إنها تحدد قيودًا للحياة، أو إذا أردت قيودًا صارمة للتطور. والحقيقة بأن أقل انحراف عن المتطلبات يبدو مهلكًا، لأن الكائنات الحية لايمكنها التطور أو النشوء عشوائيا. وفى أى وقت تبدو احتمالات التطور محدودة جدا. والتنوع الضخم للحياة اليوم يُعد أمرًا مدهشًا. وقد يفكر المرء أنه فى أثناء التطور يمكن الانحراف الطفيف عن قانون كويجمان أن يتلاءم مع التغيرات فى البيئة، ولأن الحياة متنوعة، فإن آثارها الجيولوجية يجب أن تتغير فى تناغم. ويبدو حينها وكأن عمرات التطور قد حفرتها الحياة نفسها فى أثناء تفقدها لإمكانات قواها الجيولوجية.

### نحو "نظرية صلاحية السكنى على الكرة الأرضية"

خرجنا حتى الآن ببطء بعيدًا عن الآلية الجزيئية داخل الخلية خلال الشبكة الأيضية، حتى أصبحنا قادرين على إدراك البساطة المنبثقة من الكائن الحى كله. وعندما نتبع حاليا هذه الرحلة الخيالية، ندخل فى عالم من الفوضى. والبساطة المنبثقة من الكائنات الحية الفردية ليست سوى أكثر من جزيرة صغيرة منظمة فى محيط واسع من التشوش. وعلى المستوى الواسع فإن بلايين الكائنات الحية المتضمنة ملايين الأنواع، تتفاعل مع بعضها بعضًا ومع بيئاتها. وعندما نتأمل النظام البيئى فى غابة أو الحيد المرجانى على سبيل المثال، يبدو أن هناك نظامًا، ولكن هذا النظام غير محدد

بوضوح، كما هو الحال في الكائن الحي الفردي، وذلك لأن الانتقال بين داخل كل النظم البيئية وخارجها أمر غير واضح، في حين أنه في حالة الكائن الحي الفردي، يبدو هذا الفصل حادًا. ونتيجة لذلك فإن مرور المادة والطاقة عبر الحدود يمكن أن يكون محدد القياس في الكائنات الحية وليس في النظم البيئية. لذلك فإننا في هذه اللحظة نترك النظم البيئية كما هي عليه، ونتحرك أكثر وأكثر بعيدًا عن سطح الأرض، حتى يمكننا تأمل الكوكب بأسره تمامًا، مثلما فعل رواد الفضاء عندما داروا حول القمر.

وماذا نتجى لنا النظرة العالمية السامية هذه المرة؟ دعوني أدعوكم لزيارة (الشكل ٤-٤) الذى يظهر العرض الجيوكيميائى لديناميكا الأرض. وهو يظهر الكوكب وكأنه كيان معاد تدويره مع كم مهمل من المواد الداخلة والخارجة مثل الشهب والصخور... إلخ. وهذا يوحى بشدة بأن مغامرتنا في الفضاء الخارجى يمكن أن تنتج عنها معجزة أخرى تتبع ظهور البساطة في الفرد الحى. وعلى مستوى الأرض ككل، فإن العلاقات بين المدخلات والمخرجات قد أصبحت محددة بوضوح، ولذا فإن البساطة يحتمل ظهورها من التعقيد. ويبدو أنه في هذا المستوى قد يتم عمل نظرية جديدة كتكملة ذات قيمة لنظرية الأرض التى وضعها جيمس هتون في نهاية القرن الثامن عشر. (الفصل الثالث) ومثل هذه النظرية لم توجد بعد، وكل ما يمكننا عمله هو أن نأمل في ظهور عالم موهوب ليكتشفها. وعلى الرغم من ترددى في تخيل الشكل الذى ستكون عليه، فإن التشابه مع نظرية كويجمان حول الكائنات الحية الفردية قد يعطينا بعض المفاتيح الأولية، وعندها قد نفترض بأنها ستكون نموذجًا بسيطًا ومتناسكًا، وستختفى كل التفاصيل فلن يكون هناك مجال جيولوجى أو مائى أو جوى أو حيوى ولا متاهة من المخزون والسوائل.

وهذه ستكون "نظرية صلاحية السكنى على الأرض" وذلك لأنها ستحدد أدنى المتطلبات التى يجب أن يوفرها الكوكب كملجأ للحياة، (بافتراض وجود مكان فلكى مناسب).

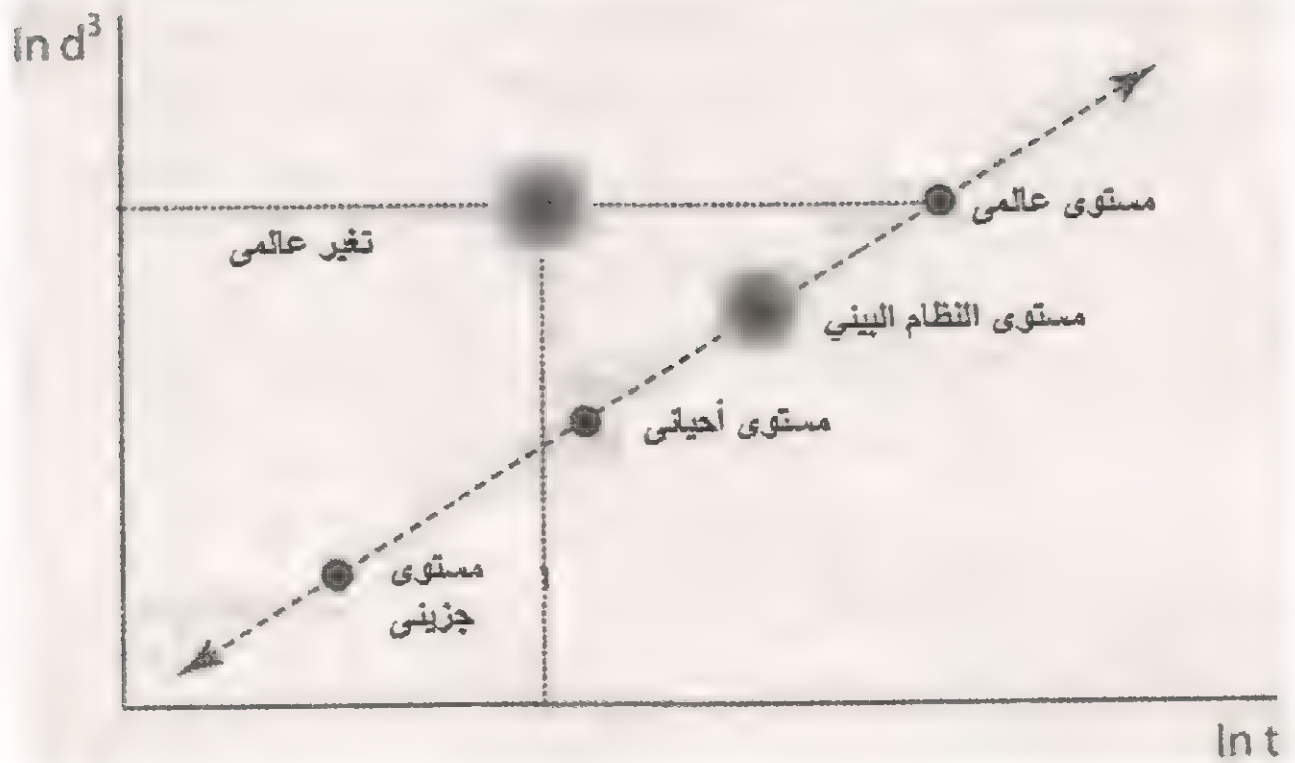


وسيكون النموذج منسجماً في كل مراحل تاريخ الأرض منذ البدايات الأولى وحتى الآن. وسيتنبأ بالتركيب العام للأرض في أى مرحلة من مراحل وجودها بدءاً من أدنى مادة جيولوجية. وخلال هذا التاريخ، لم يتطور الكوكب عشوائياً ولكن كان مرتبطاً في مداره بمحددات صارمة تم وضعها من خلال عوامل فلكية، مثل كثافة الإشعاع الشمسى، أو من خلال تكوينه هو.

وأشعر أن هذه النظرية ستكون أداة جديدة وثورية يمكن بها إعادة بناء الـ ٤٥.٨ مليون قرن من تاريخ الأرض، وستقدم فهماً عميقاً لتطور طويل المدى. وأخيراً سيكون هذا النموذج أداة مساعدة في إدراك الكواكب الحية في أى مكان آخر في الكون. لذلك فإننى أعتقد أن مستقبل علم نظام الأرض سيكون لامعاً. ولكن سيكون أفضل كثيراً إذا كان هذا التطور قد جاء على صعيد التساؤلات الأسطورية الحاسمة التى استعدنا لها خلال هذا الكتاب. من نحن وإلى أين نذهب؟ ما مكانة الإنسانية بكل تطورها الفريد فى النشوء اللامركبى فى نظام الأرض؟ ولنكن أكثر تحديداً، قد نتساءل عما ستقوله النظرية القادمة لصلاحية السكنى على الكرة الأرضية بشأن مستقبلنا؟

### نظرية صلاحية السكنى على الكرة الأرضية - المنافع المحتملة والمحددات:

والآن أدعوكم لتفحص الشكل ١٠-٣ فهو يبين المستويات المختلفة عن التنظيم الذى ذكرناه فى أعلاه فى رسم بياني مبسط ويرمز  $(T)$  للزمان على المستوى الأفقى والمكان  $(d3)$  على المستوى الرأسى (لاحظ إشارة الحرفين  $(In)$  تشير إلى أن الموازين مضغوطة، فكلما كبر النظام وطال مقياس الزمن الذى تعمل خلاله، زاد تغير موقعها فى اتجاه الأصل  $(O)$ ، وهذه الخدعة ببساطة تستهدف منع الرسم البيانى من الاتساع لخارج حدود هذه الصفحة).



### شكل ١٠-٣

المضاهاة المقترحة فى الزمان ( $\ln t$ ) والمكان ( $\ln d^3$ ) على ثلاثة مستويات من التنظيم. فعلى المستوى الجزئى الأحيائى والعالمى الذى يشار له بالنقط السوداء بالشكل فإن الديناميكا المعقدة تخضع لمجموعة من القواعد المتناسكة البسيطة ولذلك فإن النموذج الحسابى يبدو ذا معنى (ولنقارن الشكل ١٠-١ والشكل ١٠-٢).

وخارج هذه النقاط المعقدة لا توجد مثل هذه البساطة ولا احتمالية لوجود نموذج ذى معنى (مثلاً على المستوى البيئى وفترة البحث القصيرة للتغير العالمى). ولم يظهر هنا العديد من المستويات الأخرى للتنظيم على المستويات الصغيرة والكبيرة من الزمان والمكان (الذرات - الذرات الأولية والنظم النجمية والمجرات والكون).

والنقاط تبين مستويات التنظيم، فالنقاط حيث تنبع البساطة من التشوش وحيث إمكانية وجود نموذج جيد. ومستويات التنظيم التى نقشتها باللون الأسود وخارج هذه النقاط تشكل عالم التشوش، حيث طالتنا لعنة نموذج الإسباجيتى. وما يوصله هذا الشكل هو فكرة أن هناك مضاهاة بين مقياس الزمان والمكان، حيث تعمل المستويات المتعددة من التنظيم ونماذجها المتصلة. وحيث إن الجزئيات شديدة الصغر فى الحجم، فإن عملياتها لا تأخذ سوى وقت محدود فى نطاق الـ ١٠٠٠ الثانية. ولذلك فالنماذج على المستوى الجزئى عادةً ما تعمل فى إطار الزمان، والكائنات الحية أكبر وأبطأ كثيراً وأكثر بطئاً، حيث تستغرق ما بين دقيقتين إلى ساعات بالنسبة للبكتيريا وقرن من الزمن للإنسان أو الحوت. وعلى مستوى النظام البيئى تكون الأشياء أكبر فى الحجم والبطء، ولكن تنظيم مثل هذه الأنظمة يكون مشوشاً وغير واضح لعدم التأكد من العلاقات بين التزود بالمادة والنتائج عنها، وعندما تصل إلى المستوى العالمى، تبدو النقط لطيفة وحادة ولكن المقياس الزمنى يكون عملاقاً، فيصل ما بين مئة ألف سنة إلى بلايين السنين. ولنفترض أن نظريتنا "صلاحية السكنى على الأرض" قد أصبحت متاحة، وتتفق مع المواصفات غير الواضحة والمؤقتة التى ذكرتها آنفاً وأن تطبيقاتها كانت محدودة على المستوى الطويل من الزمان لأكثر من مئة ألف عام. إذا فالسؤال الذى ينبغى أن نطرحه هو: كيف ستدعم هذه النظرية دراسة التغير العالمى من منظورها على المستوى الألفى؟ ولنقترب من هذا السؤال، فقد وقعت مؤقتاً أبعاد التغير العالمى فى الشكل ١٠-٣، ولسوء الحظ سقط هذا البرنامج

في وسط عالم التشوش بعيدًا عن نقطة المستوى العالمي، حيث يمكن أن تطبق النظرية. والنهاية ستكون استحالة ظهور نظرية جيدة أو نموذج من هذا البرنامج. وحقًا فإن منهج التغير العالمي لا يمكنه تعدى مستوى نموذج الإسباجيتي.

ولن تكون هذه النظرية أيضًا ذات فائدة في فهم تاريخ البشرية، فقد ظلت عملية الحضارة تعمل دائمًا على المستوى الإقليمي وشبه العالمي. وفي العقود القليلة الأخيرة أصبح الإنسان مؤثرًا في ديناميكا هذا الكوكب بأسره. وفي الشكل ١٠-٣ يأتي التاريخ الماضي للبشرية في مكان ما بين النقاط الممثلة لمستويات الأفراد والنظام العالمي. ومرة أخرى يأتي في وسط عالم التشوش.

والطريقة الوحيدة التي يمكن أن تساعد فيها نظريتنا الافتراضية في فهم صلاحية السكنى على الأرض من حيث توضيح التهديدات العالمية والوعود للإنسانية، تتمثل في تحديد الشروط المقيدة طويلة الأجل من أجل الحضارة المستدامة على الأرض. ومرة أخرى فهذه الفرضية تقوم على التماثل مع نظرية كويجمان حول الكائن الحي الفردي. ونرى أنه من أجل البقاء، فعلى كل الأفراد الخضوع بصرامة للقواعد التي تضعها النظرية، وأن هذا الطلب يحدد قيودًا للحياة والتطور. وبالمثل فإن نظرية صلاحية السكنى على الأرض قد تبين أن حريتنا هي من أجل العمل العالمي وكيف يمكننا أن نتوغل فيه دون أن ندمر الحياة طويلة الأمد على الأرض من أجل الحضارة. ومن ذلك يمكننا أن نستمد فهمًا شاملاً لشروط بقاء الإنسان وتبنى عدة قواعد للتكيف في الكوكب.

## نهاية جيدة لكل ما هو جيد

وقد تتعجب الآن من السبب الذي يجعلك تبحث في جميع هذه الصفحات من الكتاب لتنتهي إلى نظرية لا وجود لها، ولكن لا تنسى عزيزي القارئ أننى لم أمنحك

وعداً قط بطرح أى حلول لأى من مشاكلك. وكل ما انتويته هو أن أجهزلك هضبة شاهقة وذلك لمساعدتكم فى توجيهكم وسط هذا المحيط من عدم الاستقرار، ومنحكم راحة النظرة الطويلة البعيدة (الرؤية بعيدة المدى). ولنفترض الآن أن الأسوأ قادم إلى الأسوأ وأن نماذج الإسباجيتى الخاصة بالتغير العلمى ستتحقق وأن السيناريو الخاص بى حول الحضارة المتفجرة صحيح بالنسبة لك ولى، وسيكون المعنى الكبير الذى تنطوى عليه هو أننا الآن فى طريقنا لدخول الدوامة العالمية، فماذا يمكننا أن نعمل لنواجه ذلك؟

ونصيحتى هى أن نتبع نموذج الصياد الحكيم فى قصة إدجار آلان بو، لذا دعونا من القلق، ولندرك أن هذه مجرد مغامرة خرافية لم تحدث من قبل، وها نحن وقد تم الحفاظ علينا عبر الدهور على ظهر التطور العالمى العملاق، وعلى قمة ذلك تم دفعنا للأمام على يد الحضارة الوليدة. ولنفتح أعيننا ونرى ما لا رآته عين من قبل، وكيف تم الإلقاء بنا بعيداً، وبشكل مطلق من الأرض الأولى، ومن أى قصة رائعة خرجنا؟

وأتمنى أن أكون قد أقنعتكم بأن هذا الاتجاه الخاص بالتجرد هو أفضل ما يمكننا عمله للبقاء. ولا يوجد دعامة أفضل من النظرة الطويلة البعيدة للعلوم الأساسية فى إعطائنا التوجيه، وتذكروا أيضاً كيف أزاح الأخ الأكبر فى حالة اليأس الغامر الذى شمله، بطلنا الصياد بعيداً عما كان يتعلق به -الحلقة المعدنية على سطح السفينة. وقصة "بو" مليئة بالحدس الحكيم حقاً! ويجب أن نحترس من هؤلاء الذين تم دخولهم فى قلق وانغماس، حتى ولو كانوا أعز أحبائنا، لأنهم سيفعلون ما يقدرون عليه لجرنا إلى الأعماق. وفى حالة التجرد بكل ما تعنيه الكلمة والتعجب، نقف أمام أفضل فرصة متاحة لاكتشاف الطريق للنجاة. وربما تكون نظرية صلاحية السكنى على الأرض هى التى ستحملنا إلى المياه الآمنة. وبالتسلح بحدسنا الجديد سنحتاج إلى

شجاعة الصياد الذي تخلص من السفينة، وقد كانت ملاذه الأوحـد لحيـاته. ومثله، يجب علينا ألا نتردد في إلقاء أنفسنا إلى داخل المياه المتلاطمة الأمواج.

وداعًا !



### لوحة رقم ١

كوتوباكسى، رسمها فردريك تشيرش عام ١٨٦٢، وهى منظر  
رومانسى يوضح ديناميكية الأرض، تعكس الرؤية السامية لعلم  
الأرض.

من كتاب الأرض، تأليف بيتر وستبروك، ٢٠٠٩ ستول، باريس.



لوحة رقم II

عاصفة ثلجية، رسمها جوزيف مولارد وليام تيرنر عام ١٨١٢،  
وتوضح هانيال وجيوشه وهم يعبرون جبال الألب.  
من كتاب الأرض، تأليف بيتر وستبروك، ٢٠٠٩، سئول، باريس.





## الخاتمة

في افتتاحية هذا الكتاب وعدت بتقديم صورة لكوكبنا ومَن عليه حتى أنا وأنت. والآن في النهاية جاء الوقت لعمل ملخص وإلقاء نظرة على النتائج.

منذ فترة طويلة لم يعلن رجال الاقتصاد أن الأزمة لا مجال للتفكير فيها، وها نحن في منتصفها، وتجاوز عدد العاطلين عن العمل الملايين. والعدد يتزايد ومعه تتفاقم مشاعر القومية والعنصرية والخوف، وفي الوقت نفسه تنفذ الموارد الطبيعية، ويبدأ المناخ في التغير ويعلو مستوى المياه في البحار، ويتضاءل التنوع البيولوجي وتتفاقم زيادة السكان. وكل هذه التهديدات معًا تشكل تمزقًا لأبعاد العالم. والإعلام يعطى الاهتمام حاليًا لشبح لا يمكن التفكير فيه بعيدًا عن الأزمة، هو مفهوم الحرب العالمية التي ستكون حتمًا الأسوأ من الحرب العالمية الثانية من حيث القوة والدمار.

هذه هي الدوامة التي نخشى من تزايد انجراف أعداد كبيرة من الناس بداخلها، وهذا هو القلق العالمي. إنها الصورة السائدة التي يعلن عنها الإعلام يومًا بعد يوم. والصورة التي رسمناها في هذا الكتاب هي صورة مختلفة، فهي أقل واقعية، وتظهر العالم نفسه من مسافة مكانية وزمنية. واتجاه الانسلاخ الانفصالي الذي يتماشى معه، هو أملنا الرئيسي للهروب من هذه النبوءة المظلمة. وهذا يجعل العلوم الأساسية للأرض أداة مهمة في عدتنا للبقاء.

وصورة ظهور الأرض التي ترجع لعام ١٩٦٨، فتحت هذه البانوراما أمامنا بصورة خصوصية الأرض وتجسيدها وانغماسنا الكامل في باطنها. والإنسانية ليست عالمًا متباعدًا ولكنها مملكة ناشئة من ديناميكا الكواكب. والروابط بيننا أعمق من اختلافاتنا. وكذلك علاقتنا بالطبيعة أكثر حميمية مما نشعر به، ونحن الآن ندرك أن

الإنسان لن يكون أبدًا مالكًا هذا الكوكب، ولكن عليه أن ينسق حياته مع ديناميكية الكوكب العامة، تمامًا كراكب الأمواج الذي يبحر وسط الأمواج: وظهور نظام الأرض يعمق هذه الصورة فقط فلا يوجد أدنى شك حول عدم القدرة على قياس عمق جذورنا، ونحن نحسب عمرنا ببلايين السنين، ونحمل هذا التاريخ في كل خلية فينا. فنحن نعيش في عالم إعجازي بعيدًا عن التوازن، ويحفظه على هذه الحالة التدفق الشمسي والكوكبي للطاقة، وحتى الهواء الذي نتنفسه غير متطابق فهو أكسير الحياة وسم قاتل وتعلمنا كيف نتحكم فيه.

والخواص الفريدة للأرض التي أظهرتها بوضوح الرؤية الرائعة من الفضاء العميق، هي نتيجة نمو متطور متراكم على مدى الدهور، وقد رأينا في هذا الكتاب أن النظام ينظم نفسه بنفسه، وأن له ذاكرة تمكنه من السحب منها ليحصل على درجة الكمال. وفي هذا المدى تكون العجائب الكوكبية المدهشة غير متوقعة، وتظهر الأشياء ببساطة، ولكننا لم نجد أبدًا أي آثار للاهتداء بها، ولزيادة التأكيد يتعين علينا اعتبار أن الفترة خلال ارتحال الكوكب قد عملت على زيادة التعقد بشكل مستمر، وحينما يوشك هذا التكامل على الانهيار، ينجح دائمًا في التعافي بسرعة واستئناف سلسلة أسفاره الساحرة.

ومن وقت ليس ببعيد، كانت الظروف مهيأة لظهورنا نحن البشر في المشهد. وعند هذه النقطة عمل التطور الكوكبي على نشوء أسلوب تطور إضافي مستقل قليلًا عن الكائنات الحية التي تقوم على التطور البطيء للجينوم:

وهكذا فالتطور البيولوجي تم استكمالته بتطوير أدوات صناعية خارج أجسادنا، في حين أن المعلومات يتم معالجتها داخل العقل وتوزيعها عن طريق الكلام. هذا التطور الثقافي الجديد، يضع عملية الحضارة المتسارعة في مجال الحركة التي تؤدي في النهاية إلى انتشار البشرية فوق الكوكب بأكمله أو حتى إلى ماوراء الكوكب.

وحاليًا نحن بصدد الدخول إلى مرحلة تصبح فيها عملية الحضارة قوة جيولوجية عالمية. وهذا يضع على عاتقنا مسؤولية عظيمة ولكنها مجهولة، فتبدأ أفكارنا وأعمالنا في التأثير على مستقبل تطور هذا الكوكب. ونحن نعتبر أنفسنا نحمل صفات كوكبية متطورة حديثة. فعندما رأينا هذا الكوكب من الفضاء العميق للوهلة الأولى، كانت الأرض هي التي اكتشفت نفسها من خلال أعيننا. ومن المحتمل أن نصبح نحن وعى الكوكب. وهذا لا يترك للبشرية أى اختيار آخر، سوى أن يصبح كيانًا فاعلاً ويتجاوب مع نبض الأرض. وإذا فشلنا في لعب هذه اللعبة سيلفظنا النظام. ولكن إذا أصبحنا واحدًا واتحدنا مع بقية البشرية والأرض كلها، فستكون قوتنا بلا حدود.

وحينها سيتحول نبض الأرض إلى سيمفونية كوكبية.

كل هذه الاعتبارات تتسق مع مبادئ ونتائج علوم نظام الأرض، فهي تعطى وزنًا خاصًا للكلمات المتنبهة الأمريكية ماريان ويلياسون، التي قالت "إن خوفنا العميق ليس لأننا غير مناسبين. ولكن خوفنا الأعظم أننا نتمتع بقوة ليس لها حدود".



## السقوط فى الدوامة

(١٨٤١)

إدجار آلان بو (١٨٠٩ - ١٨٤٩)

تختلف طرق الإله فى العناية بالطبيعة عن تلك التى تتبعها نحن، ولا تتماثل النماذج التى نصيغها مع اتساع وعمق ما خلق الإله، والذى يصعب استقصاؤه، لما له من عمق ذاتى أبعد من بئر ديموقريطس.

### جوزيف جلاتفيل

وصلنا لتونا إلى قمة أعلى جرف، ولبضع دقائق بدا العجوز منهكًا إلى الحد الذى لم يمكنه من الكلام، وقال: "من وقت ليس ببعيد كنت أستطيع أن أدلكم على الطريق" كأى شاب من أبنائى، ولكن منذ ثلاث سنوات مررت بحادث لم يعرفه بشر، ولم يكن لينجو منه أحد ليقصه على الآخرين. فقد مررت بست ساعات من الرعب المميت الذى حطمنى جسدًا وروحًا. قد تعتقد أنى عجوز، ولكننى لست كذلك، ففى أقل من يوم تحول شعرى الأسود إلى الأبيض وضعفت أطرافى وتوترت أعصابى فأصبحت أرتجف من أى جهد وأخاف من خيالى. هل تعلم أننى حين أنظر إلى الجرف الصغير وقلما أفعل ذلك يصينى الدوار؟

إنه هذا الجرف الصغير الذى أرمى على حافته للاستراحة، حيث تعلق الجزء الثقيل من جسده عليه وما منعه من الوقوع على حوافه المنزلة كان سيطرة مرفقه. وقد

ظهر هذا الجرف الصغير الشارد ذو الصخور اللامعة السوداء على بعد ١٥٠٠ - ١٦٠٠ قدم من عالم الصخور بالأسفل. ولم يوجد ما يغرينى عنها خلال الست ياردات المتبقية لدى للوصول لحافتها. وللحق كنت مغتبطاً في أعماقي لنجاة رفيقى، حتى إننى وقعت على الأرض بكاملى، ممسكاً بالشجيرات حولى ولم أجرؤ على النظر إلى السماء. فى حين أننى كنت أكافح بدون جدوى لأبعد عن نفسى الفكرة بأن أساس الجبال سيتصدع بفعل الرياح. وقد استغرقت وقتاً قبل أن أستجمع شجاعتى لأجلس وأتأمل فيما هو حولى. وقال الدليل "لابد أن تتغلب على هذه الأوهام فقد أحضرتك إلى هنا لتستطيع تخيل الحدث على طبيعته وأن أقص عليك القصة كاملة وهى تحت نظرك. واستكمل قائلاً بالطريقة التى يتميز بها: نحن الآن بالقرب من الساحل النرويجى عند خط عرض ٦٨ فى مقاطعة نوردلاند، وفى منطقة لوفودن الموحشة. والجبل الذى نجلس على قمته هو هلسجن المغطى بالسحب. والآن فلترفع نفسك قليلاً ولتمسك بالحشائش إذا شعرت بدوار ولتنظر إلى ما وراء حزام البخار فى البحر من تحتنا.

وكنت أشعر بالدوار حين رأيت محيطاً واسعاً وعريضاً ومياهها داكنة وهو ما ذكرنى بوصفة الجغرافى النوبى بشأن ظلام الوهم وهى بانوراما بائسة لايمكن لعقل بشر أن يدركها. وعلى مرأى البصر يمتد ويسرة كانت سلاسل من الصخور تقف شاذة كمتاريس العالم وهى سوداء مريضة، زاد من كآبتها الأمواج التى تتحطم عليها والتى وصلت لقمتها المروعة البيضاء فى صراخ وعويل أبدي.

وأمام الأرض البارزة وعلى أعلى قمته حيث كنا على بعد خمسة إلى ستة أميال فى البحر، كانت هناك جزيرة صغيرة تراها العين خلال الأمواج الموحشة التى تلفها وكانت تبدو مغلفة وكأنها لا ترى من خلال موقعها. وعلى بعد ميلين من الأرض ظهرت جزيرة أصغر شديدة الانحراف والجفاف يحفها من بعيد عدة صخور سوداء.

كان مشهد المحيط فيما بين الجزيرة البعيدة والشاطئ غير عادى. وعلى الرغم من وجود عاصفة شديدة فى ذلك الوقت تهب على الأرض حتى إن سفينة فى عرض البحر ظلت تحت شراعها المطوى، وتم العصف بها حتى غابت عن الأعين، فإنه لم يكن هناك ارتفاع وانخفاض عادى للمياه، ولكن فقط تلاطم غاضب قصير وسريع للمياه فى كل اتجاه وفى مواجهة أسنان الرياح. باستثناء زبد الأمواج على مقربة من الصخور.

واستأنف العجوز حديثه قائلاً: إن الجزيرة البعيدة تسمى فيرغ كما أطلق عليها النرويجيون، والأخرى فى المنتصف تدعى موسكيو، وتلك على بُعد ميل من الجناح الشرقى تدعى أمبارين ويوندر هى أفليس وهويهولم وكيلدهولم وسوارفن وبوكهولم. وبعيداً بين موسكيو وفيرغ توجد أوترهولم وفيلمان وساندفلسن وسكارهولم. وهذه هى الأسماء الحقيقية لهذه الأماكن، ولكن لماذا يعتقد فى أهمية تسميتها؟ هذا ما لم يستطع أى منا فهمه.

### هل تسمع أى شىء؟ هل ترى أى تغير فى المياه؟

نحن الآن على بُعد عشر دقائق من قمة هيلسجن التى نزلنا عليها من لوفودن ولذلك لم نر أى بصيص من المياه حتى رأيناها من القمة فجأة. وطوال الوقت الذى كان يتحدث فيه العجوز كنت مدركاً للصوت الذى يعلو تدريجياً مثل نحيب الجاموس فى البرارى الأمريكية، وفى الوقت نفسه فهمت ما يعنيه الصيادون من الشخصية المتقلبة للمحيط أسفلنا الذى تغير سريعاً إلى تيار متجه للشرق. وحين أمعنت النظر وجدته اكتسب سرعة هائلة وزاد اندفاعه بلا تردد. وفى خلال خمس دقائق أصبح البحر قرب فيرغ فى ثورة عارمة لا يمكن قمعها. ولكن فى الوسط بين موسيكو والساحل زاد البحر من شدته، وهنا بدأت المياه الواسعة فى الالتقاء



والانشطار إلى ألف قناة متصارعة انفجرت في نوبة من اللهاث والغليان والهسهسة لتدور في دوامات عملاقة غير محددة، وكلها تندفع إلى الجناح الشرقى بسرعة لم تعهدها المياه سوى بالمنحدرات الشديدة. وفي خلال دقائق قليلة أخرى ظهر تغير جذري آخر فقد أصبح السطح العام أكثر نعومة، واختفت الدوامات واحدة تلو الأخرى، وظهرت ومضات سريعة من زبد الموج لم تظهر من قبل، وامتدت لمسافة واسعة وشكلت تجمعات وأخذت معها الحركة المحورية للدوامات الجانبية، ووضعت نواة لأخرى أكبر منها. وفجأة فرض ذلك علينا الوجود المحدد داخل دائرة قطرها أكثر من نصف ميل. وحافة الدوامة يمثلها حزام عريض من الرذاذ المضىء ولكن لم تخرج منه شوارد قد تنزلق إلى فم الأنبوب القمعي الذى كان ناعماً حسبها تمكنت عيناى من رؤيته لامعاً ومبطناً بحوائط سوداء من المياه، ويميل للأفق بزاوية قدرها ٤٥ درجة في تمايل وتأرجح، وتصدر عن الرياح أصوات مروعة نصفها صراخ والآخر ضجيج يصل لعنان السماء وهو مالم يصدر عن شلالات نياجرا في أصعب حالاتها.

وقد اهتز الجبل من أساسه وتحطمت الصخرة وارتطبت على وجهى وتعلقت بعشب قصير من فرط الاضطراب العصبى. وقلت للعجوز: "ولم يكن ذلك سوى الدوامة الكبيرة. فقال: "في بعض الأحيان يكون لها وقت، ونحن النرويجيين نسميها عاصفة موسكيو وتأتى من جزيرة موسكيو عند المتصف منها"، وقد جعلتنى حساباتى لهذه الدوامة مستعداً لما رأيته. أما دوامة جوناس راموس، التى قد تكون أكثر الدوامات تفصيلاً، فلا يمكنها أن تعطى انطباعاً عنها سواء فى عظمتها أو هول مناظرها أو الإحساس الموحش من قصتها التى تربك المشاهد. ولا أدرى من أى وجهة تناولها الكاتب ولا فى أى وقت، ولم يكن ممكناً رصدها من قمة هلسجن، ولا فى أثناء العاصفة، ومع ذلك فهناك فقرات من وصفه يمكن أن ترصد التفاصيل برغم أثرها الضعيف فى إعطاء انطباع حقيقى للمشهد.

وقال "كان عمق المياه ما بين لوفدن وموسكيو ما بين ٣٦-٤٠ فاثوما (فرسخ) (مقياس لعمق الماء في البحار والمحيطات)، ولكن على الجانب الآخر بفيرغ كان يتناقص حتى إنه لم يكن يعطى مجالاً لمرور مركب بدون أن يتحطم على الصخور حتى في أهدأ طقس. وعند الفيضان يفيض التيار المائي لأعلى البلاد بين لوفودون وموسكيو بسرعة كبيرة، ولكن ضجيج الجزر كان ضعيفاً مقارنة بأعلى الشلالات صوتاً وأكثرها رعباً. وأمكن سماع الضجة على بعد فراسخ وكانت الدوامات والحفر بمثل هذا العمق الذي يتم معه ابتلاع السفينة التي يتم جذبها بصورة حتمية وتحمل إلى القاع وهناك تتحطم على الصخور إلى قطع. وبعدما تهدأ المياه يلقي بهذه القطع لأعلى مرة أخرى. وهذه الفترات من الترنح تأتي فقط عند دوران الفيضان وفي الطقس الهادئ وتستمر ربع ساعة ويعود بعدها عنفها بشكل تدريجي. وعندما يصبح التيار عاصفاً وتزيد حدة العاصفة يصبح الذهاب للنرويج خطراً على بُعد ميل منها. ويتم نقل القوارب واليخوت والسفن قبل أن تغرق، وغالباً ماتأتى الحيتان على مقربة من التيار ويغلبها عنفه، وعندها لا يمكن وصف عوائها وخوارها في معركتها اليائسة للنجاة. وقد حاول أحد الدبة السباحة من لوفودن إلى موسكيو وقبضه التيار وحمله للأسفل وهو يصيح بأعلى صوته عسى أن يسمعه من هم على الشاطئ. وبعد أن يستوعب التيار الكتل الكبيرة من أشجار التنوب والصنوبر، تعود للصعود وهي مدمرة إلى حد أنها تبدو وكأن شعراً كثيفاً قد نأ عليها. وهذا يشير إلى أن القاع يحتوي على صخور مجرفة ومعها تدور هذه الأشياء منها وإليها. وهذا التيار ينظمه مد وجزر البحر الذي يعلو وينخفض كل ست ساعات. وفي عام ١٦٤٥ صباح يوم الأحد في سكساجزيا اندفع في ثورة أدت لسقوط بعض أحجار البنايات المطلة على الساحل.

وبالنسبة لعمق المياه لا أعلم كيف سيتم التحقق منها مع اقتراب الدوامة. فالأربعون فاثوما (فرسخاً) إنما تشير فقط إلى نسب وأجزاء من القناة الملاصقة للشاطئ في موسكيو أو لوفودن. ولا بد أن يكون عميقاً في مركز عاصفة موسكيو

ولا يمكن قياسه. ولا يوجد دليل أفضل من النظر بطرف العين على جهنم داخل الدوامة من أعلى جرف في هلسجن، والنظر منها على الصراخ بالأسفل. وقد تغلب على الابتسامة على تلك البساطة التي يتم بها تسجيلاً للأمين جوناس رامس لحكاياته النادرة عن الحيتان والدببة التي يصعب تصديقها. وقد بدت لي في الحقيقة أنها تفسر كيف أن أكبر السفن التي تقع تحت طائلة الجذب المميت للتيار يمكنها المقاومة تماماً كما تقاوم الريشة الإعصار وعليه يتحتم اختفاؤها.

ويبدو أن المحاولات لتدبر الظاهرة التي كما أتذكر يبدو بعضها معقولة عند التفكير بها باتت تسير الآن في اتجاه مختلف وغير مرضي. والفكرة العامة المطروحة هي أن هذه الدوامات، ومعها أصغر ثلاث جزر في فيرو لا يوجد لها سبب آخر سوى تصادم الأمواج لأعلى وأسفل في مد وجزر أمام سلسلة تلال من الصخور والمنحدرات التي تحجز المياه، لذا تندفع بعنف مثل الشلال كلما ارتفع الفيضان لأعلى، وكان السقوط عنيفاً تكون النتيجة الطبيعية لذلك كله هي الدوامة، وذلك الشفط الهائل الذي نعرف عنه من تجاربنا ما يكفي. هذه هي الكلمات التي تأتي في الموسوعة البريطانية. ويتخيل كيرشر وآخرون أن مركز قناة الدوامة هو هاوية جحيم تحترق العالم وتأتي في بعض الأماكن البعيدة مثل خليج بوثنيا والذي سمي في لحظة. وهذا الرأي غير ذي الأثر هو الرأي الذي استوعبه خيالي أثناء تحديقي، وعند ذكرى لهذا المشهد للمرشد فاجأني بقوله إنه برغم الاقتناع العالمي به خاصة بين النرويجيين، فإنه لا يقتنع به، فبالنسبة للمفهوم السابق اعترف بعدم فهمه، وهنا اتفقت معه فبرغم كونه شاملاً فإنه غير مفهوم كليةً وعشبي، خاصة في خضم هذا الرعب الناشئ عن الجحيم.

وقال العجوز "أصبح لديك الآن فكرة جيدة عن الدوامة، وإذا زحفت حول هذا الجرف لتصل إلى ملاذ وصمت صوت المياه، فسأقص عليك قصة ستقنعك بأن لدى ما أعلمه عن دوامة موسكيو.

وجلست حيث أرادني أن أجلس في حديثه.

كنت أمتلك أنا واثنان من أخوتي مركبًا شراعيًا يزن سبعين طنًا واعتدنا على الصيد فيما وراء موسكيو، بالقرب من فيرغ. وأينما تكون الدوامات العتيدة تجد صيدا وفيرا في فرص مناسبة هذا إذا توافرت لديك الشجاعة، ومن بين كل الرجال الوافدين كنا ثلاثتنا فقط الذين يقومون بالخروج للجزر. واعتدنا أن نسلك الطريق الكبير أدنى الجناح الجنوبي حيث يتوافر السمك في كل الأوقات بدون أى مخاطرة، ولذا كانت مكاننا المفضل. وكنا نختار الأماكن فيما بين الصخور حيث توجد أجود الأنواع وبوفرة، لذا فنحن نحصل في يوم واحد على ما لم يستطع جبناء الحرفة الحصول عليه في أسبوع. ونحن في الواقع جعلنا من الأمر مسألة تأمل. المخاطرة بالحياة والخروج من أجل العمل والشجاعة لجلب المال.

وتركنا المركب في كهف على ارتفاع خمسة أميال من الساحل وأعلى، وكنا في الطقس الحسن نستغل الخمس عشرة دقيقة التي تهدأ فيها المياه للانطلاق عبر القناة الرئيسية لدوامة موسكيو بعيدًا فوق البركة، والنزول على المرسى في مكان بالقرب من أوترهولم أو ساندفليس حيث تقل الدوامات. وقد اعتدنا البقاء حتى وقت ركود المياه مرة أخرى لنستعد ونرفع المرساة للرحيل. ولم نبدأ أى رحلة قط دون أن تكون الرياح ثابتة في الذهاب والإياب، رياح نأمل ألا توقع بنا قبل العودة، وقلما أخطأت حساباتنا. وفي مرتين خلال ستة أعوام اضطررنا للبقاء طوال الليل على مرسى على أمل أن تهدأ الأمور ولكنه شيء نادر الحدوث هنا. وذات مرة اضطررنا للبقاء على الأرض لأسبوع كامل وكاد الجوع يقتلنا، وذلك لهبوب عاصفة فور وصولنا، وما كنا لنفكر في ذلك أبدًا. وفي هذا الحادث كدنا ننحرف إلى البحر حيث تلقى بنا الدوامات في دوائر عنيفة وأمسكنا الهلب وجردناه، وبدأنا ننحرف مع أحد تلك التيارات التي لاحصر لها، المتقاطعة هنا وهناك، والتي قادتنا إلى مأوى فيلمان لحسن الحظ.

ولا أستطيع أن أقص عليكم الجزء العشرين من الصعاب التي واجهتنا على هذه الأرض، إنه مكان سيئ حتى في الطقس الحسن، لكننا انطلقنا إليه هربًا من براثن

دوامه موسكيو دون أى حوادث، على الرغم أن قلبى كاد أن يتحرك من مكانه عندما اقتربنا من فترة الهدوء قبلها أو بعدها بقليل. وأحيانًا تكون الرياح ليست بالقوة التى كنا نتوقعها فى البداية وبعد ذلك نجد طريقًا ما كنا نتمناه، فى حين يجعل التيار المركب خارج السيطرة. وكان لأخى الأكبر ولد فى الثامنة عشر من عمره وكان لى ولدان قويان وهما يمثلان عونًا لنا فى مثل هذه الأوقات، خاصةً فى استخدام المجاديف ثم الصيد، ولكن على الرغم من إدارتنا للخطر بأنفسنا لم تطاوعنا قلوبنا على ترك هؤلاء الشباب يتعاملون مع الخطر الذى كان داهمًا.

وما ساقصه عليك حدث خلال أيام قليلة قبل ثلاث سنوات. كان العاشر من يوليو يومًا مشهودًا لدينا ولن ينساه الناس فى هذا الجزء من العالم حيث هب أسوأ إعصار من السماء، برغم أن الصباح كان حتى وقت متأخر من الظهيرة يأتى بنسمة لطيفة من الجنوب الغربى، وكانت الشمس ساطعة حتى إن أكثر البحارة خبرة ما كان ليتنبأ بما سيأتى.

وقد عبر ثلاثتنا أنا وأخوай الجزر فى نحو الثانية بعد الظهر وعلى الفور امتلأت السفينة بأجود أنواع السمك، ولاحظنا أنها أكثر مما اعتدنا عليه. وكانت الساعة السابعة حين رفعنا المرسى استعدادًا للرحيل فى المياه الراكدة، وتجنبًا للتيارات التى نعرف أنها تبدأ فى الثامنة، وبدأنا الرحلة بريح ناعمة تهب على الجانب الأيمن، ثم تصفع فى بعض الأحيان بقوة ولكننا لم نحلم حتى بأى خطر فلا يوجد سبب لذلك. وفجأة هبت ريح من هلسجن لتأخذنا بقوة للخلف وكان هذا شىء غير عادى لم نعهده قط. ويات يساورنى القلق الذى لم أعرف له سببًا. ووضعنا المركب أدراج الريح ولكننا لم نستطع توجيهه لإطلاقه بسبب الدوامات، وكنت على وشك الاقتراح بالعودة للمرسى عندما رأينا عند مؤخرة المركب الأفق مغطى بسحابة نحاسة اللون، وظهرت بسرعة رهيبية. واختفت الريح التى كانت توجهنا، وتوقفنا

وكأننا بلا حياة وأخذنا ننزل في كل مكان ولم تستمر هذه الحالة طويلاً لتأملها، وفي أقل من دقيقة كانت العاصفة فوقنا، وفي أقل من دقيقتين أظلمت السماء ومع بخات المياه أصبحنا في ظلام دامس حتى إننا لم نعد نرى بعضنا بعضاً. ومن الحماقة محاولة وصف هذا الإعصار فأكبر بحارة النرويج لم يملوا على شيء من هذا القبيل. وتركنا الصواري تنطلق في طريقها قبل أن تأخذنا بمهارة، ولكن مع أول هبوب لها سقطت الصواري على متن المركب وكأنه قد تم نشرها وأخذ أخى الصغير الصاري الرئيسى الذى ربطه لتأمينه. وكان مركبنا كأخف ريشة على الماء، وكان به سطح كامل وفتحة صغيرة قرب القوس، اعتدنا تأمين أنفسنا فيها عند عبور الدوامة لمواجهة البحار الطاحنة. ولكن فى هذا الحادث كان لابد أن تغمرنا المياه ونغرق فوراً، حيث دفنا تماماً لبعض الوقت. ولا أستطيع تحديد كيف أن أخى الأكبر قد هرب من هذا الدمار، فلم تواتنى فرصة لأعرف. أما أنا ففور ابتعادى عن الصاري الأمامى ألقيت بنفسى على متن المركب وقدمى فى مواجهة الشفير الضيق للقوس، وتعلقت يدي بالحلقة المعدنية بالقرب من الصاري الأمامى. وقد دفعتنى الغريزة البحتة لذلك، وكان أفضل ما يمكن عمله خاصة مع اضطراب تفكيرى فى هذه اللحظة. وغمرتنا المياه طوال الوقت وحبست أنفاسى وتمسكت بالحلقة. وعندما لم أتمكن من حبس نفسى أكثر من ذلك، نهضت على ركبتى وظللت ممسكاً بها بيدي حتى خرج رأسى سليماً. ثم نفخ المركب نفسه كما ينفض الكلب نفسه عقب الخروج من الماء وخلص نفسه من مياه البحر. وكنت أحاول الاستشفاء من حالة عدم الإدراك وأستجمع مشاعرى لأعرف مايمكن عمله عندما باغتتنى يد أحدهم وهى تمسك بى وكان شقيقى الأكبر، وهنا انتفض قلبى فرحاً لتأكدي أنه فوق السطح، ولكن لم تدم فرحتى وحل مكانه الرعب حيث صرخ فى أذنى إنها دوامة موسكيو، ولايمكن لأحد تخيل شعورى حينها، حيث ارتجفت من رأسى حتى إخص قدمى فى قشعريرة عنيفة لأنى أعرف جيداً ماتعنيه هذه الكلمة وعرفت ما يريدنى أن أفهمه. ومع الريح التى كانت تجرفنا كنا مقيدين

بالدوامة وهو ما لا يمكن النجاة منه. ويمكنك إدراك ذلك عند عبور قناة الدوامات، فقد اعتدنا الذهاب بعيدًا فوق الدوامات وحتى في الطقس الهادئ، وكان علينا الانتظار ومراقبة المركب بعناية، ولكننا نقود الآن المركب فوق البركة نفسها، وفي مثل هذا الإعصار. وفكرت أنه للتأكد علينا أن نذهب هناك بجانب المركب، فهناك أمل بسيط في ذلك. ولكن بعد هنيهة لعنت نفسي على هذه الحماقة في الحلم ببريق أمل. وقد عرفت جيدًا أنه قد قدر لنا الهلاك حتى ولو على متن سفينة بها تسعون مدفعًا وتبلغ ضعف مركبنا عشر مرات.

وحيث عبرت الفورة الأولى للعاصفة أو أننا لم نشعر بها، حيث عدونا قبل وصولها، ولكن في كل الحوادث تتحول البحار إلى جبال شاهقة بعد هذا السكون بسبب الرياح يظهر الزبد على سطحها. وهناك أيضًا تغير فريد يطرأ على السماء. فكان الظلام الدامس بلون القار يلفنا من كل مكان، وفجأة انفجر فوق الرؤوس شق دائري تظهر منه السماء الصافية كما لم أرها قط، حيث تكتسى بزرقة عميقة لامعة، ومن خلالها تالق القمر بدرًا في بريق لم أشاهده من قبل. وقد أثار كل شيء حولنا بوضوح كبير ولكن يا إلهي ياله من مشهد يلقي عليه بضوئه. وقد حاولت مرة أو مرتين التحدث مع أخي، ولكن تعالى الضجيج، ولم أستطع فهمه ولم أسمع كلمة واحدة منه على الرغم من أنني كنت أصرخ بأعلى صوتي في أذنه. وهز رأسه وهو يبدو شاحبًا كالأموات ورفع إصبعه وكأنه يقول لي اسمع. في أول الأمر لم أفهم ما يعنيه، ولكن فجأة أتت لي فكرة، فجذبت ساعتى من سلسلتها ولم تكن تعمل وحملت فيها في ضوء القمر وانفجرت بالبكاء وأنا أقذف بها بعيدًا في المحيط لقد توقفت عند تمام السابعة، كنا هناك قبل وقت الركود بين المد والجزر وكانت الدوامة في أوجها.

وعند بناء المركب على أساس سليم ووضعته في مكانه الصحيح وعدم تحميله بأكثر من طاقته فإن الأمواج في العاصفة الشديدة دائمًا ما تنزلق من تحتها، وقد يبدو ذلك غريبًا لصاحبه ولكن هذا ما يطلق عليه بلغة البحر ركوب الموجة.

حسنًا لقد ركبنا الموج بمهارة ولكن جاءت مياه عملاقة من البحر لتأخذنا وتحملنا معها إلى الأعلى وكأننا بالسما، ولم أكن لأصدق أن أى موجة يمكنها الارتفاع إلى هذا الحد. ثم نزلنا باستخدام المجدف والزلاجة والغاطس وقد جعلنى هذا أشعر بغثيان، وكأننى أسقط من قمة جبل شاهق فى الحلم. أثناء تحليقنا عاليًا أقيت نظرة سريعة، وكانت كافية، لتحديد مكاننا تمامًا. وكانت دوامة موسكيو على وشك الانتهاء على بُعد ربع ميل، ولكنها لم تكن الدوامة المعتادة، فكما نراها الآن هى تماثل الطاحونة. ولو لم أكن أعرف أين نحن وما يجب توقعه لما عرفت المكان نهائيًا. وقمت بإغلاق عيني مجبرًا من الرعب فتشابكت الجفون معًا وكأنها فى حالة تشنج. ولم يستمر الأمر أكثر من دقيقتين حتى شعرنا بخمول الأمواج وأحاطنا الزبد وتحرك المركب بنصف استدارة إلى اليسرة ثم اندفع فى اتجاهه الجديد مثل الصاعقة، وفى الوقت نفسه تحول صوت المياه إلى نوع من الصراخ كالصوت الذى يصدر عن آلاف أنابيب البخار حينما يخرج منها البخار مرة واحدة. وها قد أصبحنا الآن فى حزام الأمواج المتحطمة التى تحيط الدوامة عادة، وفكرت أنه فى أى لحظة سنغرق فى هاوية عميقة بالأسفل، والتى بالكاد نراها للسرعة العجيبة التى حملنا بها. ولم يبد المركب فى طريقه للغرق، بل كان يطفو مثل فقاعة هواء على سطح الموجة وكان جانبه الأيمن مقابلًا للدوامة. وجانبها الأيسر للمحيط والعالم الذى تركناه. ووقفت مثل الحائط الملفوف الضخم بيننا وبين الأفق. قد يبدو ذلك غريبًا ولكن بعد أن أصبحنا الآن بين فكي الخليج شعرت بأننى أكثر هدوءًا عما كنت عليه أثناء اقترابنا. وفى ضوء قرارى بألا أتمنى أى شىء تخلصت من الرعب الذى أفقدنى الشجاعة فى البداية. واعتقد أن اليأس هو ما أثار أعصابى.

قد يبدو ذلك تفاخرًا ولكن ماقصصته عليكم هو الحقيقة، وبدأت أفكر كيف يكون الموت هكذا عظيمًا، وكيف كانت حماقة منى أن أفكر بهذه الرداءة فى حياتي الشخصية أثناء هذا التجلى الرائع لقدرة الإله. وعندما مرت هذه الفكرة بخلدتى



احمررت خجلاً. وبعد برهة تملكني الفضول حول الدوامة نفسها فقد شعرت برغبة إيجابية في فحص أعماقها مهما كانت التضحية التي سأقدمها وما كان يحزنني هو أنني لن أستطيع أن أقص على رفقائي القدامى على البر الأشياء الغامضة التي سأراها. وهذه كلها خيالات فريدة ليشغل بها المرء عقله لهذا الحد ومن وقتها فكرت أن دوران المركب حول البركة قد يكون أضاع عقلي قليلاً.

وكان هناك موقف آخر ساعد على استعادة هدوئي وكان ذلك عندما توقفت الرياح التي لم تنل منا في هذا الموقف، وذلك لأنه وكما رأيتكم بأنفسكم كان حزام الأمواج المتحطمة منخفضاً عن حافة المحيط الذي بدوره ركم فوقنا نتوءاً جبلياً عالياً أسود اللون. وإن لم تكن ذهبت إلى البحر قط في أثناء عاصفة قوية فلن تقدر على تكوين فكرة عن الارتباك العقلي الذي تسببه الرياح والرذاذ معاً، فهما يجعلانك أعمى وأصم فتصاب بالاختناق وتفقد كل طاقة أو تفكير لديك. ولكننا تخلصنا الآن وبكل المقاييس من هذه المضايقات تماماً مثل المتهمين بالقتل في السجن فهم يمنحون مهلة صغيرة ما دام قدرهم لم يتحدد بعد. ومن المحال أن نتذكر عدد اللفات التي أخذتنا معها في ذلك الحزام، فقد ظللنا ندور وندور لنحو الساعة ولم نكن نطفو بل نطير. فاقتربنا أكثر وأكثر إلى منتصف الموج، ثم تقدمنا أقرب وأقرب إلى حافتها الداخلية الرهيبة، كل ذلك وأنا ممسك بالحلقة المعدنية، وكان أخى في مؤخرة المركب مُحْتَمِياً ببرميل بأمان تحت النضد، وهو الشيء الوحيد الذي لم ينجرف عندما هاجمتنا العاصفة أول مرة. وعندما وصلنا لحافة الهاوية ترك البرميل وتوجه للإمساك بالحلقة وحاول دفع يدي من فرط رعبه ولكنها لم تتسع لكلينا لنمسك بها بأمان. ولم أشعر بأسى أعمق من ذلك حين رأيتني يحاول ذلك على الرغم من علمي أنه ليس بعقله في ذلك الحين وإنما نوبة هوس من الخوف. ولم أهتم بالأمر لأناقشه معه. ولم أر أى فارق فيمن يمسك بالحلقة، لذا تركته وذهبت للبرميل بالخلف ولم تكن هناك صعوبة في ذلك

حيث كان المركب يلف حول نفسه بثبات كبير ويقدر متساوٍ متمايلاً قليلاً من شدة الدوامة. وكان من الصعب تأمين نفسى فى مكانى الحديد خاصةً عند التمايل تجاه الميمنة، واندفعنا إلى الجحيم وتمتت ببعض التراتيل والصلوات السريعة للإله معتقداً أن كل شىء قد انتهى.

وعند إحساسى بهذا الإعياء جراء الهبوط قمت تلقائياً بإحكام قبضتى على البرميل وأغمضت عينى. ولعدة ثوانٍ لم أجرؤ على فتحها حيث توقعت دماراً فورياً. وعجبت لأننى لم أكن بالفعل فى صراع مميت مع المياه، وانقضت اللحظات وأنا مازلت حيا. وتوقف الإحساس بالسقوط وأصبحت حركة المركب كما كانت من قبل عند مرورها فى وسط الزبد، فيما عدا أنه الآن قد زاد هدوءاً واستجمعت شجاعتى ونظرت مرة أخرى على المشهد. لن أنسى أبداً مشاعر الرعب والهلع والإعجاب الذى نظرت به لنفسى وبالمركب، معلقاً بفعل السحر فى منتصف الطريق لأسفل، وعلى السطح الداخلى لمحيطها هائل العمق، وتكاد تخلط بين جوانبها الملساء والأبنوس ولكن للسرعة الفائقة التى تدور بها التى داروا معها وللأشعة الوامضة المروعة التى انطلقت معها، ومع ضوء البدر المتسرب من هذا الشق الدائرى وسط السحب، والذى سبق ووصفته، تجمع كله فى فيضان من التآلق الذهبى عبر الجدران السوداء وذهب بعيداً إلى داخل أعماق فجوة بالعالم السفلى.

وفى بادئ الأمر كنت شديد الارتباك بحيث لم أتمكن من ملاحظة أى شىء بدقة. وكل ما لاحظته هو ذلك الانفجار الهائل لهذه العظمة. وعندها استجمعت نفسى قليلاً ووقع نظرى إلى الأسفل تلقائياً حيث أمكنتى الرؤية بوضوح للطريقة التى تعلقت بها المركب على السطح المائل للمياه. لقد كان على التساوى أو بمعنى آخر كان متن المركب موازياً للمياه ولكن انزلاق المياه بزاوية تزيد على ٤٥ درجة جعلنا نبدو وكأننا منقلبون. ولم يفت على ملاحظتى أننى لم أجد أى صعوبة فى الحفاظ على ثباتى

ورسوخى فى هذا الموقف عما كان الحال عليه عند مواجهتنا الموت، وكان السبب كما أعتقد للسرعة التى كنا ندور بها.

ظهرت أشعة القمر وكأنها تبحث عن قاع الخليج العميق، ولكنى لم أستطع إحداث أى فارق مميز نظرًا للضباب الكثيف الذى يغلف كل شىء وكان فوقه قوس قزح عظيم يماثل هذا الجسر الضيق المتأرجح الذى يقول المسلمون إنه الطريق الوحيد بين الزمن والخلود. هذا الضباب أو الرذاذ كان نتاج تضارب الجدران الضخمة لمحيط الدوامة، حيث تقابل الجميع فى القاع. ولكن هذا الصراخ الذى تعالى لعنان السماء من داخل هذا الضباب لا أجرؤ على وصفه. وقد حملتنا الزلقة الأولى من حزام الزبد إلى العالم السفلى لمسافة عظيمة أسفل المنحدر. ولكن سقوطنا كان متناسبًا بكل المقاييس. وأخذنا نلف ونلف بدون انتظام ولكن فى تأرجح واهتزازات تصينا بالدوار. وكانت تأخذنا أحيانًا على بعد عدة مئات من الأقدام، وأحيانًا أخرى بطول المحيط الدائرى للدوامة. وكان نزولنا مع كل فورة، بطيئًا ولكنه محسوس. وبالنظر لنفسى فوق هذا السائل الأبنوسى الذى حملنا أدركت أن قاربنا ليس الأوحى الذى وقع فى قبضة الدوامة. فكان فوقنا وتحتنا قطع من مراكب وتجمعات كبيرة من أخشاب البناء وجذوع أشجار ومواد أخرى صغيرة مثل قطع أثاث وصناديق محطمة وبراميل وهراوات. وقد وصفت الفضول غير الطبيعى الذى حل محل مخاوفى الأصلية. وكلما اقتربت من قدرى المحتوم زاد هذا الفضول. وبدأت الآن أشاهد باهتمام غريب الأشياء العديدة التى طافت بصحبتنا. ومن المؤكد أننى كنت منفعلاً لأننى كنت أبحث عن المتعة فى تأمل تلك السرعات النسبية التى تهبط بها هذه الأشياء تجاه الزبد للأسفل. ووجدت نفسى أقول هذا شجر التنوب، ولا بد أننى التالى الذى ستغمره المياه وتخفيه. وعندها أصابتنى خيبة الأمل حيث سبقنى حطام سفينة التاجر الهولندى وغرقت قبل. وبعد عدة افتراضات أخرى من هذا النوع وخداعى فيها وحقيقة خطأى فى التقدير، جعلنى أدخل فى حالة من التفكير أدت إلى ارتجاف أوصالى مرة

أخرى، مما جعل قلبي يخفق بشدة. ولم يكن ذلك رعبًا جديدًا يملكني، ولكنه كان فجراً لأمل أكثر إثارة. وقد نبع هذا الأمل جزئياً من الذاكرة ومن الملاحظة الحالية. فقد استجمعت بعقلي ذلك العدد الكبير من الأشياء المبهجة التي جرفتها عاصفة موسكيو وألقت بها مرة أخرى.

وكان هذا العدد الكبير من الأشياء محطماً بشكل غير عادي، فظهر باليا وخشناً ويبدو متلاصقاً ومليئاً بالشظايا. ولكنني تذكرت أن بعضاً منها لم يكن مشوهاً نهائياً. والآن لا يمكنني احتساب هذا الفارق سوى من خلال الافتراض بأن الأشياء والقطع المحطمة هي التي تم احتواؤها كاملة وأن الأشياء الأخرى دخلت الدوامه في مرحلة متأخرة من المد أو لسبب ما هبطت ببطء بعد الدخول إليها، حتى إنها لم تصل للقاع قبل تحول الفيضان أو الجزر. هذا ما قد يكون الحال عليه. لقد أدركت أن ذلك ممكن في كلا المثالين حيث من الممكن أن يكونوا قد داروا لأعلى مرة أخرى إلى مستوى المحيط بدون أن يقدر لهم ما حدث للأشياء الأخرى، التي جُذبت مبكراً أو تم ابتلاعها بسرعة. وقد لاحظت ثلاثة أشياء أخرى. أولها كقاعدة عامة أن الأجسام الكبيرة كانت أسرع في الهبوط، وثانيهما أن مابين كتلتين متساويتين في الأبعاد إحداها كروية والأخرى على أي شكل آخر فالأكثر سرعة في الهبوط هو الشكل الكروي. وثالثهما أن مابين كتلتين متساويتين في الحجم إحداها أسطوانية والأخرى على أي شكل آخر فإن الأسطوانية تسحب ببطء عن الأخرى.

ومنذ هروبي قمت بعمل أحاديث متعددة حول هذا الموضوع مع مدير مدرسة المنطقة وهو رجل كبير بالسن، ومنه تعلمت كلمة أسطوانية وكروية. وقد شرح لي -برغم نسياني لما قاله - كيف أن ما رأيته كان في الحقيقة نتيجة طبيعية لأشكال القطع التي تطوف، وعرض لي كيفية سباحة الأسطوانة في الدوامه وكيف تقاوم شفتها لها، وصعوبة جذبها عن أي جسم آخر مكافئ لها من أي شكل آخر.

وكانت هناك ظروف مروعة كان لها بالغ الأثر في الدفع بهذه الملاحظات وجعلني في شوق لوضعها في الحسبان، فعند كل دورة كنا نمر ببرميل أو عارضة

شراع مكسورة أو صارى مركب. وفي حين أن هذه الأشياء كانت على نفس مستوانا، عندما فتحت عيناى لأول مرة على عجائب الدوامه، فأصبحت الآن فى الأعلى فوقنا، ويبدو أنها انتقلت من مكانها الأسمى. ولم أعد مترددا فيما على أن أفعله، وقررت ربط نفسى لتأمينى ببرميل الماء الذى أحمله الآن وأحرره من النضد وأرمى نفسى معه فى المياه. وقد جذبت أنظار أخى بالإشارة وأشرت للبراميل الطافية التى جاءت بجانبنا وحاولت جاهدا أن أجعله يفهم ما سأقوم به، واعتقدت أنه قد فهم خطتى، ولكن إذا كان هذا هو الأمر أم لا، فقد هز رأسه فى يأس ورفض التحرك من مكانه بجانب الحلقة المعدنية وكان من المحال إجباره والظروف الطارئة لا تحتل التأخير، وبمرارة تركته إلى مصيره وربطت نفسى بالبرميل بالأربطة التى كانت تثبته بالنضد واندفعت معه إلى البحر دون تردد. وكانت النتيجة هى ماتمنيته تماما. وها أنا نفسى أقص عليكم هذه الرؤية وكما رأيتم فقد هربت. وبما أن الطريقة التى جاء بها الهروب مازالت تتملككم وتتوقعون منى المزيد من القول فسأنهى قصتى بسرعة.

ربما كانت ساعة من الزمن أو نحو ذلك، فبعد مغادرتى المركب وهبوطى لمسافة كبيرة للأسفل جاءت ثلاث أو أربع لفات وحشية ومتابعة حملت أخى الحبيب معها، واندفعت بدون تردد واندفعوا إلى داخل الزبد بالأسفل. وقد غرق البرميل الذى كنت مربوطا به ببطء شديد لأكثر من نصف المسافة بين قاع الخليج والمكان الذى قفزت منه من المركب، وذلك قبل أن يحدث تغير كبير فى أسلوب الدوامه. وأصبح انحدار جوانب محيط الدوامه الواسعة أقل وأقل ارتفاعا بمرور الوقت. وأصبح دوران الدوامه أقل وأقل عنفا واختفى قوس القزح تدريجيا، والزبد، كذلك. وأصبح قاع الخليج بطيئا للحد الذى لايسمح له بالارتفاع. وأصبحت السماء صافية وهدأت الرياح وسطع القمر جليا فى الغرب، وعندها وجدت نفسى على سطح المحيط وأمامى شاطئ لوفودن حيث كان مكان عاصفة موسكيو. وكانت ساعة الركود، ولكن كان البحر مازال يحيش بالأمواج العالية كالجبال بسبب الإعصار. وتم حلى بقوة إلى قناة التيار. وفى خلال دقائق كنت على الساحل على أرض الصيادين،

والتقطني قارب بعد زوال الخطر وأنا في إعياء تام ولا أقوى على الكلام من الذكرى  
المرعبة. وهؤلاء الذين أتوا بي كانوا من زملائي القدامى ورفقائي الودودين، ولكنهم  
لم يتعرفوا على معتقدين أنني مسافر من أرض الأرواح، فقد تحول شعري الذي كان  
بلون الغراب الأسود إلى اللون الأبيض الذي تراه الآن. ويقولون إن كل ما ينم عن  
ملاحي قد تغير. وقصصت عليهم روايتي ولم يصدقوها. والآن ها أنا أقصها عليكم  
وأتوقع ألا تثقوا في مصداقيتها تمامًا كصيادي لفودن.



## تعليقات وملاحظات ومزيد من القراءات

الذين يريدون أن يطلعوا على آخر التطورات في مختلف المجالات التي تمت مناقشتها في هذا الكتاب، عليهم أن يفحصوا بدقة الجرائد العامة مثل جريدة الطبيعة، والعلوم، والأمريكي العلمي، والأمريكي العالم، والعالم الجديد، ويمكنهم كذلك البحث على الإنترنت لمزيد من المعلومات.

### الفصل الأول

#### التغير العالمي

يختص هذا الفصل بالمشاكل العامة للتغير العالمي، وقد أحييت بصفة خاصة الكتاب الصغير لإدجار مورين و أ.ب كيرين ١٩٩٩ "الأرض الوطن - مطبعة هامبتون. وتُركز العديد من النصوص على الموضوع المحدود الخاص بتغير المناخ من وجهة نظر العلوم الطبيعية. والنقطة الفنية في هذا البحث تم تلخيصها في تقارير اللجنة الدولية الحكومية لتغير المناخ، والفيلم الوثائقي المشهور والكتاب المصاحب له حول تغير المناخ، الذي ألفه آل جور "الحقيقة غير الكافية": الظهور الكوكبي للحرارة العالمية، وما يمكننا عمله لمواجهةها (رودال ٢٠٠٦)، وهم قد لا يعكسون تمامًا الإجماع العلمي، ولكن لهم ميزة عظيمة في عرض الموضوعات العالمية في صورة سهل فهمها وجذب انتباه الجمهور العريض. وكان هذا هو الإسهام الذي وضع موضوعات المناخ العالمي على أجندة الساسة وقادة العالم.



ويعبر جيميس لاف لوك عن رأيه الجريء والمحذر في "ثأر جايا - لماذا تحارب الأرض، وكيف يمكن أن ننقذ البشرية (بنجوين ٢٠٠٦ + VIII + صفحة ١٧٧). وهناك رؤية يسهل الدخول إليها عن تغير المناخ كتبها جابريل وكر وديفيد كينج ٢٠٠٨: العنوان الساخن. بلومزبري. حول موضوع التنمية المستدامة:-

تقرير برونتلاند (١٩٨٦) *Brundtland-Report.html*

[http://www.ace.mmu.ac.uk/Sustainability/Older/Brundtland\\_Report.html](http://www.ace.mmu.ac.uk/Sustainability/Older/Brundtland_Report.html)

"تقييم النظام البيئي في الألفية"

<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>

وحول موضوع التزايد السكاني العالمي أحيت قراءة: كم عدد السكان الذين يمكن أن تدعمهم الأرض؟ وكتبه جويل كوهين (نيويورك، لندن نورتون) ١٩٩٥.

## الأسطورة والعلوم

يتناول إدجار مورين العلاقة المركبة بين الأسطورة والعلم في إطار واسع في الجزأين ٤،٣ من كتابه "الطريقة" والنسخ الفرنسية لعمله ظهرت مع إد دي. سويل للطباعة والنشر.

## الانغماس والانسلاخ

نوربرت إلياس ١٩٨٧ الانغماس والانسلاخ. بلاك ويل وأوكسفورد +185pp  
Lxxii تم ترجمتها من الاسم الأصلي ١٩٨٣ *Suhrkamp*.

## الفصل الثاني

قبل إرسال النسخة النهائية من هذا الكتاب للناس، قرأت كتاب نشوء الأرض. وكيف رأى الإنسان الأرض لأول مرة، كتبه المؤرخ روبرت بولي (مطبعة ج. يل ٢٠٠٩). وفي كتابه يصف بول بالتفاصيل التطورات التاريخية قبل وأثناء وبعد أخذ الصورة الشهيرة، وهي مثيرة وتتمتع بمنازة لهذا الفصل.

ريتشارد تارناس ١٩٩١ "شفف العقل الغربى" فهم الأفكار التى شكلت رؤيتنا للعالم". *Xiv + 544pp.* (مجموعة راندوم للطباعة إيسبن): 0-345-36809-6.

## الفصل الثالث

فى تصويرى لهتون، أدين بالكثير للكتاب الشائق لجاك ريشيك (الرجل الذى اكتشف الزمن). جيمس هتون. واكتشاف الآثار العتيقة للأرض. سيمون وشستر ٢٠٠٣ *244pp. ISBN 0-7432-3189-9*. ومن المهم أن ندرك أن مناقشات ريشيك قد استلهمها من معارضة الخلق. ويحتاج ريشيك إلى بطل ليركز على دعواه، ورؤيته لهتون ذات جذور عميقة فى تقاليد التاريخ الجيولوجى. ونحن نعرف هتون من خلال المديح فى "مبادئ الجيولوجيا" العظيمة الذى كتبه تشارلز ليل "البطل العظيم لجيولوجيا القرن ١٩". وقد عاش ليل حياته خلال أوج الحركة الرومانسية، وهى فترة شهدت بناء الدول والافتتان الروحى. وقد اعتبر نفسه نيوتن الجيولوجيا، ولكى يؤكد رؤيته كان يحتاج إلى عملاق أنجلو ساكسونى ليقف على كتفيه. وقد ساعده كثيرًا تقديم هتون كالأب المؤسس: فقد سمح له ذلك بأن يقلل من شأن إسهامات الجيولوجيين الأوائل فى الدول الأجنبية مثل ألمانيا أو فرنسا. ومن جهة أخرى استطاع أن يركز الضوء على شهرته الخاصة من خلال نقد هتون لجهله بالحفريات والوجوه الأخرى للجيولوجيا.

وأما التحليلات الحديثة فهي تلقى بأضواء جديدة على هذه التعقيدات وعلى سبيل المثال الكتب الممتازة التي كتبها موت تى جرین "الجيولوجيا في القرن التاسع عشر، تغير وجهات النظر حول عالم متغير" (مطبعة كورنيل ١٩٨٢) ومارتن جه. إس. رودويك "انفجار حدود الزمن. إعادة بناء التاريخ الجيولوجي في عصر الثورة (مطبعة جامعة شيكاغو ٢٠٠٥). وهؤلاء الكتاب بينوا أن نظرية هتون الخاصة بالأرض ليست اختراعاً ظهر من العدم، ولكنها كانت مدعومة بأفكار كانت مطروقة لمدة طويلة، وليس صحيحاً أن هتون كان مدير مدرسة جيولوجية كبيرة كما يدعى بعض المؤرخين، بل إنه كان أول من عزز فكرة وجود فرن عميق داخل الأرض أو تدوير الصخور، في حين أن الناس من قبله قد نظروا داخل أغوار الزمن. وقناعتي الشخصية هي أنه بالرغم من كل المناقشات الملطفة فإن إسهام هتون قد علّم ظهور شيء جديد - جسم متماسك من الأفكار التي يمكن للجيولوجيا أن تبنى من خلالها. وهذه الحالة تماثل ظهور الرؤية العالمية السامية في الستينيات، والتي تم مناقشتها في الفصل الثاني. فالعوامل حولنا منذ وقت طويل ولكن صورة الأرض هي السبب وراء هذا الاختراق.

وربيكا بيدل ٢٠٠١ "تشرح الطبيعة: الجيولوجيا ورسم الطبيعة الأمريكية ١٨٢٥ - ١٨٧٥. (مطبعة جامعة برنستون) *Xiii + 185pp. ISBN: 0-691-10291-0* والنسخة الإنجليزية من قصة جوستاف فلوير "بوفارد وبيكوشيت" يمكن تنزيلها من على شبكة الإنترنت مجاناً [http:// www.gutenberg.org/etext/25014](http://www.gutenberg.org/etext/25014).

## الفصل الرابع

للاطلاع على نص ممتاز للألواح التكتونية انظر: جروترينجر جوردان (برس وسيفر ٢٠٠٥) "فهم الأرض". *ISBN 0-393-30817-0*.

بيتر وستبروك ١٩٩١. الحياة قوة جيولوجية. ديناميكيات الأرض (نورتون).

## الفصل الخامس

في الفصل الثالث بعد مناقشة قصة جوستاف فلوبر "بوفارد وبيكوشيت" الصفحة ٣٤، وعدت بالتعرض لقليل من الأشياء غير المؤكدة فيما يخص إعادة بناء تاريخ الحجر الجيري. وهذا ليس تدريباً في كيفية عقاب النفس، ولكنه عرض لنظام علمي صحي. وستذكر الأساس المنطقي المفهوم ضمناً. نحن نعتمد على الأسطورة في توجيهنا تجاه الحقيقة والمصدر الرئيسي للمواضع هي العلوم الأساسية، وروايتي حول الحجر الجيري هي محصلته من عدة مراقبات محدودة ونتائج تجارب تم جمعها خلال سنوات عديدة من العمل في المعمل والملاحظات في المواقع والمناقشات مع الزملاء والاختبارات للمادة العلمية. وهي تقدم أساساً الدليل والعرض وتشرح الحقائق كما أعرفها ولكنها تفشل في إظهار مواطن الضعف وهنا بعض الأسئلة المختارة للتساؤل:-

- ١- قلت إن الحجر الجيري الناشئ في المحيط الحالي له أصول بيولوجية، وفي حقيقة الأمر هناك الكثير من الحجر الجيري حولنا ولا يمكن تحديد الأصل من خلاله مطلقاً. وبالنسبة للحجر الجيري الحفري هناك الكثير من الشك وكذلك في الحالات التي تفتقر إلى القشور (ترسيبات لاعضوية).
- ٢- ذكرت أن المادة اللزجة ذات الأصول البيولوجية، الذائبة في ماء المحيط هي مادة جوهريّة مانعة لترسيب كربونات الكالسيوم، وفي معملنا أمكننا التعرض بالتجربة لهذه النزعة لمنع التكلس في المادة اللزجة التي يفرزها بعض الـ *coccolithophores* (طحالب أحادية الخلية تعمل على التكلس) والرخويات والمرجان، ولكن المادة اللزجة القادمة من مصادر ذات نطاق أوسع يجب أن تستقصى لتقوية ادعائى.

وهناك أيضًا القليل الذي نعرفه عن حجم وزمن البقاء لهذه المادة اللزجة في البيئة البحرية وكذلك إمكانياتها في مقاومة التآكل مقارنةً بما يحدث في عملية التبلور المتبادل.

٣- والسؤال الذي يجب طرحه هو: ما المزايا التي يجب توافرها في الكائنات الحية لتفرز مادة لزجة ضد التآكل في المحيط الذي يقوم بالفعل بمنع كربونات الكالسيوم من الترسب في كل الأحوال؟ ومن وجهة النظر الداروينية، فإن اقتراح مناقشة هذه الوظيفة قد يكون مضيعة للطاقة.

٤- يتحدى بعض المحققين اكتشاف جروتزينجر وزملائه لقشرة كربونات الكالسيوم اللاعضوية في الرسوبيات القديمة (انظر على سبيل المثال جروتزينجر وجى. بى. ودى. إتش. روثمان). نموذج غير حيوى لأصل تشكل الأستروماتوليت للتراكم الصخرى، مجلة الطبيعة (٣٨٣-٤٢٣-٤٢٥). وهم يعرفون قشرة جروتزينجر كالتراكم الصخرى أو (مستودع الحجر الجيري) وأنا شخصيًا أميل للتوافق مع فريق جروتزينجر ولكن على المرء أن يذكر باستمرار أن كبت تشكيل القشرة ومنع تكونها هو لب حكاياتي المحملة بالأساطير.

## الفصلان السادس والسابع

مقدمة محيرة للأكسجين المتناقض هي: نيك لين ٢٠٠٣ الأكسجين "الجزئى" الذى عمل العالم مطبعة جامعة أكسفورد. *X +374pp.Oxford.ISBN:0-19-860783-0*. الورقة التى جاء منها الشكل ٧-١ (أخذ مع بعض التغيرات من هولاند 2006). الأكسجين فى الغلاف الجوى والمحيطات. *Phil.Trans.R.Soc.B361,903-915*

كلاسيكيات هولاند حول تطور الغلاف الجوي - هولاند " التطور الكيميائي للغلاف الجوي والمحيطات ( مطبعة جامعة برنستون) ١٩٨٤ .

كتاب عظيم حول تطور الحياة منذ الأرض الأولى حتى الآن - نول ٢٠٠٣ - "الحياة على كوكب شاب" الثلاثة بلايين عام الأولى من التطور على الأرض " (مطبعة ج. برنستون).

ولنلاحظ أن وجهات نظر هولاند حول تطور الأكسجين لم تلق قبولا عالميا. ولتتظر لوجهة نظر بديلة لـ أهموتو إتش وآخرين ٢٠٠٦. دليل نظائر الكبريت على غلاف جوى مؤكسد في الزمن الماضي السحيق "مجلة الطبيعة". 442,908-911 وكذلك مجموعة حديثة من المقالات حول هذا الموضوع منشورة في مجلة الجيوبولوجي (2006).

## الفصل الثامن

- ريتشارد تارناس ١٩٩١ " شغف العقل الغربى " فهم الأفكار التى شكلت رؤيتنا العالمية. *Xiv+544pp* (مجموعة دار نشر راندوم).

- جراى جى ٢٠٠٧. الكتلة السوداء - الدين فى سفر الرؤيا وموت اليوتوبيا (كتب بنجوين). *PP. 243* .

## الفصل التاسع

- فانس دى وال ٢٠٠٥. القرد الذى بداخلنا - كتب جرانيا ولندن. *272pp*
- فانس دى وال ٢٠٠٦ الزعماء والفلاسفة. كيف تتطور الأخلاقيات (مطبعة جامعة برنستون).
- استخدام توماسلليو إم ١٩٩٩ " الأصول الثقافية للإدراك البشرى " (مطبعة هارفارد، كامبريدج، ماس ولندن). *VI+248pp* وتقدم أحدث مطبوعاته دلائل كبيرة تدعم البصيرة التى قدمها فى كتابه الشائق. وكان ميشيل

توماس ليو في معهد ماكس بلانك للتطور الأنثروبولوجي في ليبزج. وكان تركيزه الأساسي على مفهوم الأهداف والصفات المشتركة في البشر والقردة الكبيرة.

- وتظرية بانكوك حول علم أصل الإنسان وتطوره نشر أول مرة عام ١٩٠٩ وظهرت الترجمة الإنجليزية له في عام ١٩١٢ (بانكوك، الماركسية والدارونية تشارلز. إتش كير). وهناك ترجمة إنجليزية حديثة متاحة على الإنترنت.
- عمل بانكوك على فكرته الأصلية خلال الحرب العالمية الثانية وهو مختبئ من النازيين. وهذا النص نشرته الأكاديمية الهولندية الملكية للعلوم التي كان عضواً بها تحت مسمى "علم أصل الإنسان: دراسة في أصل الإنسان ١٩٤٥.
- نوربرت إلياس. العملية التمدينية. المجلد الأول: تاريخ السلوكيات. أوكسفورد، باسل بلاكويل ١٩٧٨ (١٩٣٩). المجلد الثاني: تشكيل الدولة والحضارة.
- عنوان الطبعة الأمريكية هو القوة والكياسة، أكسفورد، باسل بلاك ول؛ ١٩٨٢ (١٩٣٩).
- مجلد لاستشارة الفكر حول ترويض النار - جودز بلوم ١٩٩٥ م.
- النار والحضارة (بنجوين).

## الفصل العاشر

- كويجمان إس. إيه. إل. إم ٢٠٠٠ الطاقة الديناميكية والتجمعات الكبيرة في النظم البيولوجية (مطبعة جامعة كامبردج).

## الخاتمة

التغيرات المذكورة مثال "نبض الأرض" و"سيمفونية الأرض" هي عناوين كتب كلاسيكية صدرت خلال الحرب العالمية الثانية بواسطة الجيولوجي الهولندي جي. إتش. إف. أم بجروف.

## شكر

خلال الفترة الطويلة التي استغرقها الإعداد لهذا الكتاب، كان هناك عدد لا يحصى من البشر الذين كانوا وحيًا لي وشجعوني. أعطوني خبراتهم ونصائحهم ووقتهم حتى يضعوني على الطريق الصحيح، وبدون إسهاماتهم لم يكن هذا الكتاب لينتهي، ويمكنني أن أذكر البعض منهم.

أولاً: أخص بناتي الحبيبات ميريام وحناء وإيفا ماريا، وأزواجهن وأحفادي، وذلك عرفانًا بالجميل لتضامنهم الطويل وتفهمهم، وكذلك روح الدعابة والمتعة والحب. وقد ساعدوني خلال السنوات الصعبة التي مررت بها عقب وفاة زوجتي العزيزة أرين وأعادوا البهجة لحياتي مرة أخرى.

وقد شارك معي بحفاوة جوب جودسبلوم بصداقته وخبرته في علم الاجتماع والعلوم الإنسانية والفلسفة. وقد أعطى هذا العمل الروح وقربه لعقلي.

إدجار مورين شخص آخر، كان دليلاً لأفكاري في طرق المغامرات التي كنت أمر بها ولم أفهمها قط.

وكان العصف الذهني والأفكار التي أتبادلها مع أخي جاب ملهمة لي بشكل خاص، فلم تكن أفكارًا ذات قيمة فقط، ولكنها ذكرتني بالجلسات التي كنا نجلس فيها مع آبائنا بالوطن والتي كانت كالجنة، حيث اعتدنا بعد تناول وجبة العشاء أن نجلس في المطبخ بعدها لساعات، وفي هذه المناسبات كنا نناقش كل معتقداتنا وقناعاتنا، ويصبح الهواء محملاً بدخان كثيف أزرق من تدخين السيجار الضخم. أما كارل ترلندن، فقد ذكرني بهذه العقيدة العظيمة لأبائي، وأقنعني كيف أن العلاقة



بين العلم والدين قد لا تكون عدائية فقط، بل ربما تكون مصدرًا للارتداد. وديك هولاند فحص بدقة الفصول الخاصة بالأكسجين، وكانت تعليقاته التفصيلية ذات قيمة لا تقدر بثمن، ولكنني تجاهلت اعتراضاته لما كتبته عنه شخصيًا من أنه أقل الخبراء الذين يمكن الاعتماد عليهم في هذا الموضوع بصفة خاصة.

وجوزيه لويس سان مجيل قدم لي الفكرة الحاسمة بأن أول صورة للأرض التقطت من الفضاء العميق هي التي أدت لظهور الرؤية العالمية الحديثة، وقد شاركه فريد سبير بكل كرم فيما لديه من معرفة كتبها عن أبوللو ٨ في مهمتهم الخاصة بناسا.

جيجز كونان وجاب موكيل جعلاني على دراية بأن العلوم التطبيقية لديها الكثير لتقدمه، وليس الثروة فقط أو السلع العملية، فهي تأتي بأسطورتها الخاصة وسحرها ونجاحها. وهذا أفضل دليل على أن العلم قد غرس جذور الحقيقة.

ستيفان بنجستون، وبرت بوكشوتن ونيكوفان بريمن ولين بوش ولويس فريسكيو وجان فان هوف وباس كويجيمان وجاندي دي لو واجنهارد ميجرنج ومارتن فان نيروب وجاك تورت وراشيل وود، كلهم زودوني بكل كرم بصداقاتهم وشاركوني بعميق رؤاهم.

وبعد أن سلمت المسودة الأولى من هذا الكتاب، كان كل من جين مارك وليفى ليلوند ومعاونيهما في المطبعة بباريس يشجعاني كثيرًا. وكان دعمهما في كل من المضمون والتنظيم عاملاً مساعداً كبيراً في تنقيح هذا النص. وسباستيان بلانكبرج قام بمعظم الرسوم التخطيطية.

- وكانت لين مارجوليس بمثابة قوة في الخلفية فقد علمتني كيفية كتابة الكتب وكنت أنصت لنصحها، أما ليث كونن فقد أعطتني دورة تدريبية في التنقيح وساعدتني ليزا فريدمان في بعض اللغة الإنجليزية.

- وقد مر جمع هذا الكتاب بسلسلة رائعة من التحويلات، ففي بعض الوقت ظهر وكأنه يجسد مركز علوم جايا في صورة مؤسسة علمية افتراضية، وهذه المنظمة كان متوقعًا أن تصبح شبكة عالمية للعلماء وماكينة ذات دعم ذاتي لإنتاج العلوم والأساطير المشتقة من العلوم. وباستخدام الإنترنت يمكن تنسيق الأبحاث على مستوى العالم في مجال علم نظام الأرض ودعم العلماء، من خلال مناقشة الأسطورة الناشئة مع العامة على مستوى واسع ومع صانعي السياسة، وأخيرًا وليس بآخر مع العلماء أنفسهم.

ولسوء الحظ فإن هذه المبادرة الكريمة لم تتخط عالمها الافتراضي، وذلك لأنني أصبحت على دراية كاملة بعدم براعتي في إدارتها. لذلك قررت أن الكتابة هي الشيء الذي أقدر عليه وعلى الرغم من فشلي، فإنني أقدم تحية خاصة لأعضاء مجلس إدارة مركز علوم جايا. وقد أوضح لنا مارك بدنج الشكل الذي يجب أن يكون عليه المعهد في اليوم والعصر الحالي، في حين أن روب ناجتزام وبينوتر كويل وجان فان هينت وهاري فان دير لان وكور وينكلر برينز كانوا من أكبر المؤيدين. وكذلك فإن متحف التاريخ الطبيعي في ليدن قد أتاح لنا مساحة لإقامة المركز. وعلى الرغم من أن أعضاء مجلس الإدارة قد يتذكرون أن هذه المبادرة كانت مضيعة لوقتهم، فإنني أتمنى أن يطلعوا ويدركوا بعضًا من أفكارهم التي ذكرت بهذا الكتاب.

وأشكر ماري بجنبرج لمساعدتها في موضوع حقوق الطبع. ومن كل الناس تظهر جوديث دي جونج التي أعطتني توجيهًا جديدًا لحياتي.

ليدن ٢٠٠٩



**مسرد المصطلحات**  
**Glossary of some**  
**Terms used in the book.**

معجم لبعض المصطلحات المستعملة في الكتاب

-A-	
<b>abrasion</b>	سحج عملية البرى بفعل الاحتكاك
<b>acicular</b>	إبرى شبيه بالإبرة
<b>acidic rocks</b>	صخور حمضية مصطلح عام يستخدم للدلالة على الصخور النارية المحتوية على الكوارتز، مثل الجرانيت .
<b>adamantine</b>	الماسى بريق يشبه بريق الألماس
<b>aeolian</b>	ريحي وصف للدلالة على المواد المترسبة بالرياح التى جلبت جسيماتها من مكان ما ، ومثالها رواسب الطيس <i>loess</i> وكثبان الرمال .
<b>algae</b>	طحالب مجموعة غير متجانسة من الكائنات الحية حقيقيات النوى، وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا أو تكون مستعمرات وتحميا عادة بالبناء الضوئى.
<b>alluvial fan</b>	مروحة طمية راسب يتوضع من مجرى ينساب فى واد جبلى منحدر ويدخل فى أرض مستوية نسبيا.

<b>alluvium</b>	طمي راسب من المياه الجارية .
<b>alpine glacier</b>	مثلجة ألبية نهر من الجليد يشغل منخفضا في سلسلة جبلية، ويتحرك في اتجاه مستوى أكثر انخفاضا؛ وتسمى أيضا مثلجة جبلية أو واديا مثلجيا.
<b>altitude</b>	ارتفاع ارتفاع فوق مستوى سطح البحر.
<b>amber</b>	كهرمان بقايا نباتية متحجرة (راتينجات)، صلبة صفراء شبه شفافة.
<b>amorphous</b>	لامتبلور مادة ليست لها بنية جزيئية محددة، أي إنها لا متبلورة.
<b>amphibian</b>	برمائي حيوان يعيش في الماء وعلى البر، مثل الضفادع والسلمندر.
<b>amygdales</b>	لوزات فجوات أو فراغات مملوءة بالغاز توجد في الصخور.
<b>anatomy</b>	تشريح البنية التي يتكون منها الكائن الحي أو أجزاؤها.
<b>angular Unconformity</b>	لا توافق زاوي انظر : لا توافق <i>unconformity</i> .
<b>anhydrite</b>	أنهيدريت كبريتات الكالسيوم اللامائية ( $CaSO_4$ ).
<b>anterior</b>	أمامي يوجد في المقدمة أو من أمام.
<b>anthracite</b>	أنثراسيت فحم صلب نقي جدا.
<b>anthropology</b>	أنثروبولوجيا علم دراسة الإنسان، وبخاصة طبيعته الفيزيكية وكذلك الأساليب التي أدت إلى تطوره.

<b>anticline</b>	حنيرة ( طية محدبة ) طية محدبة إلى أعلى في الصخور.
<b>anticlinorium</b>	طية محدبة مركبة قبة محدبة عريضة توجد فيها صدوع وطيّات صغيرة.
<b>aphanitic</b>	نسيج دقيق وصف النسيج الدقيق الذي لا يمكن رؤية البلورات المكونة له بالعين المجردة في الصخور.
<b>aquifer</b>	مكمن تكوين صخري مسامي حامل للماء.
<b>aragonite</b>	أراجونيت معدن تركيبه كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يتبلور في نظام المعيني القائم. ويكون المعدن في الأصداف معتما وطباشيريا، وأقل ثباتا من معدن الكالسيت.
<b>archaeo</b>	قديم بادئة معناها قديم ، وأصل الكلمة إغريقي <i>Archaios</i> ، قديم.
<b>archaeozoie</b>	أركيوزي أقدم حقبة جيولوجية معروفة، وهو حقبة ما قبل الكامبري المبكر.
<b>areal</b>	مساحي نسبة إلى المساحة <i>area</i> (مثل الجيولوجيا المساحية <i>areal geology</i> ، وهي جيولوجية منطقة معينة).
<b>arenaceous</b>	رمل صفة الرمل تختص بالنسيج أو بصفات حجم حبيبة الرمل ( ٢ - ١ / ١٦ مم).
<b>argillaceous</b>	طيني راسب حجم حبيباته أقل من ١ / ١٦ مم.
<b>artifacts</b>	اصطناعيات أدوات أو أشياء صنعها الإنسان .

<b>artesian</b>	بئر إرتوازية بئر يستخرج منها الماء الموجود في مكنن ماء، يعلوه طبقات غير منفذة .
<b>asteroid</b>	كويكب أحد الأجرام الصغيرة الكثيرة التي توجد بين مداري كوكبي المشتري والمريخ .
<b>atmosphere</b>	غلاف جوى الهواء الذي يحيط بالأرض .
<b>attitude</b>	وضع وضع جزء من طبقة صخرية بالنسبة إلى المستوى الأفقى .

<b>-B-</b>	
<b>barchans</b>	برخان كثيب رملى هلالى الشكل .
<b>barrier beach</b>	شاطئ حاجزى شاطئ رملى منخفض يفصله عن البر مستنقع أو لاجون .
<b>basalt</b>	بازلت صخر نارى دقيق التحبب قاعدى طفحى .
<b>base level</b>	مستوى القاعدة مستوى الجسم المائى الذى ينساب فيه ماء النهر .
<b>basic rock</b>	صخر قاعدى صخر نارى يحتوى على نسبة قليلة من السليكا ، مثل صخر البازلت .
<b>bedding plane</b>	مستوى تطبق السطح الفاصل بين طبقتين أو طبقتين أو سطحتين صخريتين منفردتين .
<b>bedrock</b>	الأساس الصخرى صخر صلب متماسك، غير مجوئ، يوجد أسفل الوشاح الصخرى .

<b>bilateral symmetry</b>	تمائل ثنائي جانبي مصطلح يطلق على نصفين لجسم ما، يتماثلان بحيث يكون أحد النصفين صورة المرآة للنصف الآخر .
<b>binomial nomenclature</b>	تسمية ثنائية نظام للتسمية العلمية للكائنات الحية يتطلب تحديد اسمين لاتينيين: اسم الجنس <i>generic</i> واسم النوع <i>specific</i> مثل <i>Homo sapiens</i> للإنسان .
<b>biogenic law</b>	القانون الحيوي قانون ينص على أن تاريخ تطور الكائن الحي <i>ontogeny</i> يعيد تاريخ تطور السلالة <i>Phylogeny</i> .
<b>biotite</b>	بيوتيت ضرب من الميكا يوجد على هيئة بلورات دكناء (سوداء عادة) .
<b>bituminous coal</b>	فحم بتيوميني فحم رخو ذو رتبة متوسطة في سلالة الفحم .
<b>black light</b>	ضوء أسود ضوء ينتج عن الإشعاع فوت البنفسجي ( فوق البنفسجي) .
<b>block diagram</b>	رسم تخطيطي كتلي رسم تخطيطي ثلاثي الأبعاد يجمع العلاقة بين الجيولوجيا السطحية والبنية الأمامية والبنية الجانبية لمنطقة ما .
<b>block mountains</b>	جبال كتلية جبال تكونت نتيجة عمليات التصدع .
<b>blow-out depression</b>	منخفضات تحات منخفضات حوضية الشكل، صغيرة نسبيا تكونت نتيجة عمليات التحات بالرياح .
<b>boulder</b>	جلمود كسرة صخرية مستديرة تقريبا يزيد قطرها عن عشر بوصات .
<b>brackish water</b>	ماء مسوس خليط من المياه العذبة والمياه المالحة .



<b>breccia</b>	بريشة (بريشيا) صخر يتكون من كسر زاوية الشكل متلاحمة .
<b>brittleness</b>	تقصف قابلية المعدن للكسر بسهولة .

<b>-I-</b>	
<b>ice age</b>	العصر الجليدى دور البليستوسين فى الزمن الرابع من حقبة الكاينوزوى؛ زمن التلج العظيم.
<b>ice cap</b>	قلنسوة جليدية غطاء جليدى فى المناطق القطبية.
<b>ice sheet</b>	شرشف جليدى كتلة ضخمة على شكل رابية من الجليد المثلجى، تنتشر من المركز فى اتجاهات عديدة أو فى كل الاتجاهات.
<b>igneous rock</b>	صخر نارى صخر تكون من اللابة أو من الصهارة.
<b>incandescence</b>	توهج حرارى توهج مادة ساخنة.
<b>inclusion</b>	مُكْتَنَف كسرة من صخر أو معدن يحيط به صخر.
<b>index fossil</b>	حفريه دليل انظر : حفريه مرشدة <i>guide fossil</i> .
<b>intermittent stream</b>	نهر مؤقت نهر يجف مجراه جزءا من الوقت.
<b>intrusion</b>	تَدْخُل صخر نارى، يندفع فى صخور أخرى بالمنطقة وهو فى الحالة المنصهرة.

<b>intrusive rock</b>	صخر متدخل صخر يندفع في صخور أقدم منه ( وهو في حالة منصهرة ) ، ويكون ذلك في العادة على امتداد الصدوع أو الشقوق ، والصخور المتدخلة لا تبلغ سطح الأرض ، تنكشف على السطح نتيجة لعملية التحات للصخور التي تعلو الصخور المتدخلة.
<b>invertebrate</b>	لا فقارى حيوان ليس له عمود فقري ( شوكي ) .
<b>-J-</b>	
<b>jJoin</b>	مفصل كسر في الصخور لا تصاحبه إزاحة على جانبي الكسر .
<b>jurassic</b>	جوراسي الدور الأوسط في حقبة الحياة المتوسطة .
<b>-K-</b>	
<b>kame</b>	كينم رابية صغيرة قمعية الشكل تتكون من الرمل المتطبق والجروول . وترسبت من نهر جليدي .
<b>kaolin</b>	كاولين صلصال أبيض أو ضارب إلى البياض ينتج عن تحليل الصخور التي تحتوي على كميات كبيرة من الفلسبار .
<b>karst topography</b>	طوبوغرافية الكارست طوبوغرافية غير منتظمة تتميز بفجوات تشبه البالوعات ووديان بلا أنهار وكهوف وأنهار تحت الأرض .
<b>kettle</b>	منخفض جليدي منخفض يشبه الحوض في الانجراف الجليدي ، يتكون عندما تذوب كتل مدفونة من الجليد الثلجي .

<b>-L-</b>	
<b>lacustrine deposits</b>	رواسب بحيرات رواسب تتكون على قيعان البحيرات.
<b>lamellar</b>	رقائقي مرتب على هيئة ألواح رقيقة.
<b>landslide</b>	انزلاق أرضي الحركة السريعة نسبيا لكتل كبيرة من الصخور، والتراب إلى أسفل التلال أو الجبال.
<b>lapidary</b>	صاقل قاطع وصاقل للأحجار الكريمة.
<b>lateral</b>	جانبى جانبى أو بجانب.
<b>lateral moraine</b>	ركام مثلجى جانبى حيد من الحريث مستطيل الشكل على امتداد الحافات الجانبية لمثلجة ألبية، ويُستمد معظمه من الركام السطحي المتساقط على المثلجة من جدران الوادى.
<b>lava</b>	لابة الصخور المنصهرة على سطح الأرض، وتخرج من باطنها.
<b>lava dome</b>	قبة لابة انظر: الراكين الدرعية <i>shield volcano</i> .
<b>lava plateau</b>	هضبة لابة انظر: هضاب البازلت <i>plateau basalts</i> .
<b>lias</b>	لياس اسم بديل للجوارسى الأسفل.
<b>lignite</b>	ليجنيت فحم بنى اللون ناعم.
<b>limestone</b>	حجر جبرى صخر رسوبى يتكون معظمه من كربونات الكالسيوم.

<b>limonite</b>	ليمونيت أكسيد حديد مائي غير متبلور.
<b>lithification</b>	تججر العملية التي تصبح بها الرواسب صخورا متصلبة.
<b>lithology</b>	ليثولوجيا دراسة ووصف الصخور بالعين المجردة. وكذلك دراسة النسيج والتركيب لأي عينة صخرية.
<b>lithosphere</b>	الغلاف الصخري الجزء الصلب من الأرض.
<b>lLoad</b>	حمولة كمية المواد التي تحملها عوامل التحات ( مثل الأنهار والمثلج أو الرياح ) في زمن معين.
<b>-M-</b>	
<b>magma</b>	صهارة مواد الصخور المنصهرة في باطن الأرض التي تتكون منها الصخور النارية عندما تبرد.
<b>malleable</b>	قابل للطرق وصف للفلز أو المعدن إذا كان قابلا للترقق والسحب دون أن ينكسر .
<b>mantle</b>	وشاح الجزء السميك الكثيف من الغلاف الصخري أسفل القشرة الأرضية ويمتد إلى عمق ميل تحت سطح الأرض.
<b>mantle rock</b>	صخر الوشاح سطيحة من التربة المفككة أو صخر يغطي الأساس الصخري.
<b>marble</b>	رخام صخر كربوناتي متبلور، وكان قبل تحوله حجرا جيريا أو دولوميت.

<b>marine</b>	بحرى ينتمى إلى البحر، أو من البحر.
<b>massive</b>	كُتلى (مُضمت) هيئة المعدن الذي يفتقد إلى الشكل البلورى.
<b>mass movement</b>	حركة الكتلة حركة سطحية لمواد الأرض تنشأ أساسا بفعل الجاذبية.
<b>mass wasting</b>	دمار الكتلة انظر : حركة الكتلة <i>mass movement</i> .
<b>matrix</b>	أرضية (وسط) المادة التى ينظم فيها معدن معين، وأيضا الصخر الذى يلتصق به أحد أطراف بلورة ما.
<b>meanders</b>	منعطفات نهريّة سلسلة من المنحنيات العريضة الفصية الشكل فى مجرى نهر متطور.
<b>mechanical weathering</b>	تجوية ميكانيكية انظر : تفكك <i>disintegration</i> .
<b>medial moraine</b>	ركام مثلجى متوسط جسم من الحريث الصخرى شبيه بحيد مستطيل يتكون من اتصال ركامين مثلجين جانبيين.
<b>megafossils</b>	حفريات كبيرة انظر : حفريات كبيرة <i>macrofossils</i> .
<b>meso</b>	متوسط بادئة تعنى وسط <i>middle</i> .
<b>mesozoic era</b>	حقب الحياة المتوسطة (الميزوزوى) يتكون من أدوار الترياسى والجوارسى والطباشيرى.
<b>metamorphic rock</b>	صخر متحول صخر نشأ عن صخور نارية أو رسوبية تعرضت لتغيرات هائلة من الضغط ودرجة الحرارة والبيئة الكيميائية.

<b>metamorphism</b>	تحول تغير شامل للصخور والمعادن.
<b>meteors</b>	شهب أجسام تشبه الصخور وتسبح في الفضاء وتشتعل إذا دخلت الغلاف الجوي الأرضي.
<b>meteoric water</b>	ماء جوي المياه الأرضية الآتية أساسا من سقوط المطر.
<b>meteorology</b>	علم الأرصاد الجوية العلم الذي يختص بالغلاف الجوي والتغيرات التي تعتريه.
<b>mica</b>	ميك مجموعة من معادن السليكات الموجودة في الصخور.
<b>microfossils</b>	حفريات دقيقة حفريات ميكروسكوبية الحجم.
<b>milky way</b>	الطريق اللبنى المجرة التي توجد بها الأرض.
<b>mineral</b>	معدن مادة غير عضوية تكونت في الطبيعة ولها صفات فيزيقية وكيميائية محددة.
<b>mineralogy</b>	علم المعادن العلم الذي يختص بدراسة المعادن ويشمل وجودها وتركيبها وأشكالها وخواصها وبنياتها.
<b>micoence</b>	ميوسين الدور الرابع من الزمن الثالث <i>Tertiary</i> في حقبة الحياة الحديثة، واستمر لمدة ١٤ مليون سنة تقريبا.
<b>mississipian</b>	الميسيباني مصطلح يستخدم في أمريكا يكافئ الكربوني السفلى في أوروبا.

<b>mohorovicic discontinuity</b>	انقطاع موروفيتشيك نطاق التماس بين القشرة الصخرية للأرض والوشاح، ويعرف أيضا باسم مو هو <i>Moho</i> .
<b>mohs scale</b>	مقياس موهس مقياس لتعيين الصلابة النسبية للمعادن.
<b>monadnock</b>	موناندوك تل منعزل تخلف كآثر بعد عملية التحات فوق سطح سهل ما.
<b>monotremes</b>	أحادى المسلك ثدييات أولية تضع البيض، وتوجد الآن فقط في أستراليا مثل حيوان منقار البطة <i>platypus</i>
<b>moon</b>	قمر جزم سماوى يدور حول كوكب.
<b>moraine</b>	ركام مثلجى تراكم من المواد الصخرية تحمله المثالج وترسبه.
<b>morphology</b>	مورفولوجيا علم دراسة البنية أو الشكل
<b>mountain</b>	جبل أى جزء من الأرض يرتفع بشكل ملحوظ عن الأراضى المجاورة له، وفي العادة تكون له جوانب منحدره وله قمة مدببة صغيرة المساحة نسبيا.
<b>mountain glacier</b>	مثلجة جبلية انظر : مثلجة ألبية <i>Alpine glacier</i> .
<b>mudflow</b>	انسياب طمى حركة كتلة كبيرة من الطين والصخر والماء إلى أسفل وادى أو مجرى نهر ما.
<b>mud volcano</b>	بركان وحلى ينابيع فقاعية يخرج منها الوحل وغالبا يكون لونه زاهياً.

<b>multicellular</b>	عديد الخلايا يتكون من أكثر من خلية واحدة.
<b>mutation</b>	طفرة تغير موروث ينتقل نتيجة لتغيرات في كروموسومات أو جينات الخلية الناقلة للوراثة.

<b>-N-</b>	
<b>natural selection</b>	انتخاب طبيعي بقاء الكائنات الحية بسبب قدرتها على التكيف مع الظروف المحيطة بها وكذلك ظروف التغيرات البيئية.
<b>Nnebula</b>	سديم كتلة غازية ضبابية من الغازات أو الغبار توجد في الفضاء.
<b>Névé</b>	نيف ثلج وجليد حبيبي يصبح فيما بعد جليدا مثلجا.
<b>nodule</b>	عُقْبِدَة قطعة مستديرة من الصخر أو المعدن.
<b>nonconformity</b>	لا توافق انظر : لا توافق <i>diconformity</i> .
<b>Normal fault</b>	صدع عادي صدع تحرك فيه الحائط المعلق إلى أسفل بالنسبة إلى الحائط السفلي، ويعرف أيضا باسم صدع الجاذبية.
<b>-O-</b>	
<b>oblate</b>	منبعج شكل مفلطح عند القطبين.
<b>obsidian</b>	أبسديان صخر بركاني زجاجي.



<b>ocean basins</b>	أحواض المحيطات تشمل أحواض المحيطات الجزء الأكبر من الغلاف المائي وتغطي أكثر من ٧١٪ من سطح الأرض.
<b>oceanography</b>	علم المحيطات علم دراسة البحار وخصائصها.
<b>octa</b>	ثماني بادئة معناها ثمانية <i>eight</i> .
<b>offshore bar</b>	قضيبي بحري قضيبي رملي يوازي خط الساحل تقريبا.
<b>oil shale</b>	طفلة زيت طفلة عضوية إلى حد كبير، ومن الممكن استخلاص النفط منها.
<b>oligocene</b>	أوليغوسين قسم من الزمن الجيولوجي وهو دور في حقبة الحياة الحديثة يقدر أنه استغرق الفترة ما بين ٤٠ مليون سنة و ٢٨ مليون سنة مضت.
<b>ontogeny</b>	تطور القرد تاريخ حياة أو تطور كائن حي منفرد.
<b>opaque</b>	معتم صفة لأي جسم لا ينفذ الضوء من خلاله.
<b>Operculum</b>	غطاء غطاء أو زائدة لغلق فتحات بعض الأصداف.
<b>Ordovician</b>	أردوفيشي ثاني أدوار حقبة الحياة القديمة.
<b>ore</b>	خام راسب معدني فلزي.
<b>organ</b>	عضو جزء من نبات أو حيوان يؤدي وظيفته كوحدة، ومثال ذلك القلب والمعدة وغيرهما.

<b>organic</b>	عضوى وصف لما يتصل بالكائنات أو يستمد منها.
<b>organism</b>	كائن حَيّ - مُتَعَصِّص أى كائن حى.
<b>orogeny</b>	أوروجينية عملية أدت إلى نشوء الجبال وتطور بنياتها.
<b>outcrop</b>	مُنْكَشَف = مَكْشَف مكان تظهر عنده الطبقات على السطح.
<b>outwash plain</b>	سهل مكتسحات سهل عريض يتكون من رواسب توضع من أنهار من المثلج المنصهرة.
<b>ox-bow lake</b>	بحيرة قوسية بحيرة هلالية الشكل تكونت نتيجة لانعزال منعطف عن الجزء الرئيسى من النهر.
<b>oxidation</b>	تأكسد اتحاد الأكسجين كيميائيا مع مواد أخرى.
<b>-P-</b>	
<b>pahoehoe</b>	لابة حبلية نوع من اللابة المتصلبة يتميز بسطح ناعم حبلى الشكل.
<b>palaeocene</b>	بالوسين أول أدوار الزمن الثالث من حقبة الحياة الحديثة.
<b>palaeoecology</b>	إيكولوجيا قديمة عام يدرس العلاقة بين الأحياء القديمة وبيئاتها.
<b>palaeogeography</b>	جغرافيا قديمة علم يدرس الجغرافيا القديمة لسطح الأرض.
<b>palaeontology</b>	باليتولوجيا = علم الحفريات. العلم الذى يختص بدراسة الحفريات.

<b>Palaeozoic</b>	الباليوزوي (حقب الحياة القديمة). الحقب الذى يضم أدوار الكمبرى والأردوفيشى والسيلورى والديفونى والكربونى والبرمى.
<b>peat</b>	خُثّ مواد نباتية لونها بنى أدكن متحللة جزئيا ومتراكمة، وهى تمثل أول مراحل تكون الفحم.
<b>pegmatite</b>	بيجماتيت صخر نارى متدخل غليظ التحبب، يوجد عادة على هيئة عدسات أو جُدد.
<b>pelecypods</b>	محاريات لا فقاريات مائية ثنائية المصراع، تتبع طائفة المحاريات <i>pelecypoda</i> التى تتبع شعبة الرخويات <i>mollusca</i> .
<b>peneplain (peneplane)</b>	سهل (سهب) منطقة منخفضة الارتفاع متسعة نتجت عن عمليات التحات المستمرة.
<b>periodite</b>	بيريدوتيت صخر نارى قاعدى غليظ التحبب يتكون أساسا من معادن الأوليفين والبيروكسين.
<b>period</b>	دور قسم من الزمن الجيولوجى يلى الحقب <i>era</i> ويسبق العصر <i>epoch</i> .
<b>permeable</b>	منفذ (نفاذ) جسم له القدرة على إمرار الموائع.
<b>permian</b>	برمى آخر أدوار حقب الحياة القديمة.
<b>Permineralizat ion</b>	تمعدن إضافة مواد معدنية إلى الأصداغ الأصلية عن طريق الترسيب فى الفراغات البينية، وذلك غير الإحلال محل المواد الأصلية للأصداغ.

<b>petrography</b>	بتروجرافيا علم وصف الصخور.
<b>petrographical microscope</b>	ميكروسكوب (مجهر) بتروجي ميكروسكوب لدراسة القطاعات الرقيقة للصخور.
<b>petroleum</b>	نפט (بترو) خليط معقد من الهيدروكربونات يوجد في صخور القشرة الأرضية.
<b>petrology</b>	بتروجيا (علم الصخور) دراسة التاريخ الطبيعي للصخور بكل الطرق الممكنة.
<b>phenocrysts</b>	بلورة بارزة (كبيرة) بلورة كبيرة بالمقارنة بالبلورات التي تحيط به.
<b>phosphatic</b>	فوسفاتي وصف لما يحتوي على معادن الفوسفات أو يخصها.
<b>phylogeny</b>	تاريخ تطور السلالة التاريخ السلالي لمجموعة من الأحياء.
<b>phylum</b>	شعبة أحد الأقسام الأولية في عالمي النبات والحيوان.
<b>physical geology</b>	جيولوجيا فيزيقية علم دراسة مواد الأرض وتركيبها وتوزيعها والقوى التي سببتها.
<b>physical weathering</b>	تجوية فيزيقية عملية تكسير وتفكك الصخور بطرق فيزيقية؛ وتعرف أيضا باسم التجوية الميكانيكية أو التفكك.
<b>physiography</b>	فيزيوجرافيا وصف الظواهر الطبيعية الموجودة على سطح الأرض.
<b>piedmont glacier</b>	مثلجة قدم الجبل مثلجة تكون نتيجة اتحاد (تجمع) عدة مثالج ألبية عند أقدام الجبال التي تنشأ منها المثالج الألبية.

<b>pitch</b>	ميل الطية الزاوية المحصورة بين محور طية والمستوى الأفقي.
<b>plagioclase</b>	بلاجيو كليز خليط من الفلسبارات يحتوي الصوديوم والكالسيوم ويوجد في كل الصخور النارية الحامضية والقاعدية.
<b>plain</b>	سهل منطقة ذات ارتفاع منخفض، تسفلها طبقات أفقية.
<b>planet</b>	الكوكب أكبر الأجسام الصلبة في النظام الشمسي : عطارد - المشترية - زحل - أورانوس - نبتون - يوتو - ( ثبت أخيرا أن بلوتو لا يعد كوكبا لأمر علمية كثيرة.
<b>plate tectonics</b>	تكتونية الألواح نظرية تقول بأن سطح الأرض مقسم إلى ألواح كبيرة تتحرك بالنسبة لبعضها البعض.
<b>plateau</b>	هضبة مرتفع قمته مسطحة نسبيا وتحتها طبقات أفقية أساسا.
<b>plateau, basalts</b>	هضاب بازلتية فرشات أو شرشف ضخمة من البازلت نبطت من شقوق القشرة الأرضية؛ وتسمى أيضا هضاب اللابة أو فيضان البازلت.
<b>playa</b>	بلايا الأرضيات الجافة للبحيرات المؤقتة الموجودة في المناطق الصحراوية.
<b>pleistocene</b>	بليستوسين أول أدوار الزمن الرابع في حقبة الحياة الحديثة وهو يلي دور البليوسين.
<b>pliocene</b>	بليوسين آخر أدوار الزمن الثالث في حقبة الحياة الحديثة، وهو يلي دور الميوسين، واستمر هذا الدور تقريبا ١٣ مليون سنة.

<b>pluton</b>	بلوتون جسم صخر ناري تصلب من الصهارة في الأعماق.
<b>plutonic rock</b>	صخر جوفي (بلوتوني) انظر: صخر متدخل <i>intrusive</i> .
<b>polygonal</b>	عديد الزوايا جسم له أكثر من أربع زوايا.
<b>porcellaneous</b>	بورسيليني وصف لما يشبه الخزف (البورسيلين).
<b>porosity</b>	مسامية النسبة المئوية للمسام الموجودة في صخر ماء، والتي يمكن لها الاحتفاظ بالموائع في داخلها.
<b>porous</b>	مسامي صفة للجسم الذي يحتوي على مسام أو فراغات بداخله.
<b>porphyry</b>	فرفيري (بورفيري) صخر ناري يحتوي على بلورات كبيرة توجد في وسط دقيق التحبب.
<b>posterior</b>	مؤخرة جهة الخلف من كائن حي ما.
<b>pothole</b>	حفرة قِدرية حفرة دائرية في صخور مجرى نهر ماء وشكلها يشبه القدر.
<b>pre-cambrian</b>	ما قبل الكامبري أقدم أحقاب الزمن الجيولوجي، وهو أقدم من حقبة الحياة القديمة، ويقسم إلى الأركيوزوي والبروتروزوي.
<b>protista</b>	بروتستا شعبة تضم أبسط أنواع الكائنات الحية حقيقية النوى ولها صفات مختلطة من النباتات والحيوانات؛ مثال ذلك البكتيريا والطحالب والراديو لاريا (الشعاعيات).
<b>pseudofossils</b>	حفريات زائفة أجسام غير عضوية تشبه الشجيرات <i>dendrits</i> والدرنات الصخرية <i>concretion</i> .

<i>pseudomorph</i>	شكل خادع معدن يتخذ شكل معدن آخر حل مكانه.
<i>pseudopodium</i>	قدم كاذبة امتداد مؤقت للبروتوبلازم في أنواع معينة من الكائنات وحيدة الخلية، وهو عضو حركة وتغذية.
<i>pyrite</i>	بيريت معدن صلب لونه نحاسي أصفر يتكون من كبريتيد الحديد $FeS_2$ ؛ ويسمى الذهب الخادع.
<i>pyroclastic</i>	فتاتي بركاني كسرة من الصخور تكونت من الكسارات الصخرية التي قذفتها البراكين؛ مثل القنابل البركانية والرماد البركاني.
-Q-	
<i>quartz</i>	كوارتز معدن تركيبه ثاني أكسيد السيلكون ( $SiO_2$ ) وهو من المعادن الشائعة في أنواع الصخور المختلفة.
<i>quartzite</i>	كوارتزيت صخر متحول عن الحجر الرملي.
<i>quaternary</i>	الدور الرابع أحدث فترة في حقبة الحياة الحديثة، وهو يلي الدور الثالث.
- R -	
<i>radial symmetry</i>	تمائل شعاعي انظر : تماثل <i>symmetry</i> .
<i>radioactivity</i>	نشاط إشعاعي اضمحلال تلقائي لنواة ذرية يصاحبه انطلاق طاقة.
<i>recapitulation law</i>	قانون الإعادة انظر : القانون الحيوي <i>biogenetic law</i> .

<b>recessional moraine</b>	ركام منحسر حيد من الحريث تكون من انحسار المثالج.
<b>recrystallization</b>	إعادة تبلور نمو بلورات صغيرة لتصبح أكبر حجما تحت ظروف مناسبة.
<b>recumbent fold</b>	طية مضطجعة طية محور الطي فيها أفقى تقريبا.
<b>red beds</b>	طبقات حمراء صخور رسوية حمراء اللون.
<b>reef</b>	شعْب مرتفع أو حيد على قاع البحر يصل إلى السطح غالبا، ويتكون أساسا من مواد عضوية خلفتها كائنات حية مثل المرجان وغيرها.
<b>relief</b>	تضاريس عدم انتظام سطح الأرض؛ الفرق في الارتفاع بين أعلى نقطة في المنطقة وأكثر نقطة انخفاض في المنطقة.
<b>replacement</b>	إحلال نمط من التحفر، تُزال فيه أجزاء عضوية صُلْبة من الحفرية بواسطة المحاليل، وفي الوقت نفسه يتم ترسيب مواد أخرى في الفراغات التي نتجت عن الإزالة، وتسمى هذه العملية بالتمعدن.
<b>reverse fault</b>	صدع معكوس انظر: صدع دسر <i>thrust fault</i> .
<b>revolution</b>	ثَوْرَة حركة هائلة بانية للجبال في التاريخ الجيولوجي، ومثالها الثورة الألبية.
<b>rhaetic</b>	رائتي عصر في حقبة الحياة المتوسطة بين الدورين الترياسي والجوراسي.



<b>rhyolite</b>	ريوليت صخر بركاني دقيق التحبب أو من النوع المتدخل الضحل وله مثل تركيب الجرانيت تقريبا.
<b>rift valley</b>	وادي أخدود انظر : أخدود <i>graben</i> .
<b>ripple marks</b>	علامات النيم تعرجات موجية الشكل على أسطح المواد غير المتماسكة، وتنتج من الرياح أو المياه.
<b>rock</b>	صخر كتلة من مواد معدنية تتكون في الطبيعة وتكون جزءا أساسيا من القشرة الأرضية.
<b>rock forming minerals</b>	معادن مكونة للصخور المعادن الشائعة التي تكوّن نسبة عالية في تركيب صخور الغلاف الصخري.
<b>rock glacier</b>	مثلجة صخرية ركام صخري على هيئة لسان يتحرك ببطء بطريقة المثلجة.
<b>rock salt</b>	ملح صخري معدن الهاليت أو الملح العادي وتركيبه الكيميائي $NaCl$ .
<b>rockslide</b>	انزلاق صخري الحركة السريعة نسبيا للمواد الصخرية المفككة حديثا وتكون الحركة إلى أسفل على طول نطاقات انفصال المواد الصخرية.
<b>rock unit</b>	وحدة صخرية تقسيم صخري مبني على أساس الصفات الفيزيائية والليثولوجية المحددة، ولا يعتمد التقسيم على أساس الزمن الجيولوجي؛ سواء كانت مجموعات أو تكاوين أو أعضاء.
<b>Rossi-Forel Scale</b>	مقياس روسي - فوريل مقياس يستخدم للدلالة على شدة الزلزال.
<b>run-off</b>	ماء جار الماء الذي ينطلق على سطح الأرض.

-S-	
<b>salt plug</b>	سدادة ملح أجسام من الملح (أو الجبس) أنبوبية الشكل رأسية تتكون من السريان الرأسى للملح الواقع تحت ضغط، وقد اندفع الملح خلال الرواسب المحيطة به لكي يصل إلى وضعه الحالى.
<b>sand</b>	رمل حبيبات معدنية، تركيبها المعدنى الكوارتز عادة ويتردد حجم الحبيبة منها بين ٢ ملليمتر، ١/١٦ ملليمتر.
<b>sand dune</b>	كثيب رملى حيد أو تل من الرمل ترسب بواسطة الرياح.
<b>sandstone</b>	حجر رملى صخر رسوبى يتكون من الرمل المتناسك.
<b>satellite</b>	تابع سماوى انظر: قمر moon.
<b>schist</b>	شيست صخر متحول يحتوى على وفرة من معادن مرتبة على هيئة ألواح، وينفصل الصخر بسهولة فى اتجاهات موازية للأسطح المرتبة فى هيئة الألواح.
<b>seafloor spreading</b>	انتشار قاع البحر ظاهرة تنتج من استحداث مواد عند حيد وسط المحيط وتنتشر هذه المواد بعيدا عن الحيود فتؤدى إلى انفصال القارات وزحزحتها.
<b>sediment</b>	راسب مواد ترسب نتيجة للتوضع من وسط ناقل مثل الماء أو الهواء.
<b>sedimentary rock</b>	صخر رسوبى صخر يتكون نتيجة تصلب الرواسب.
<b>sedimentation</b>	ترسيب عملية ترسيب جسيمات الصخر (الرواسب) التى تؤدى إلى تكوين الصخور الرسوبية.

<b>seismogram</b>	سيزمو جرام سجل زلزالي يسجله جهاز السيزمو جراف لأثر حدوث زلزال.
<b>seismograph</b>	سيزمو جراف جهاز يستخدم في تسجيل الهزات الأرضية.
<b>seismology</b>	علم الزلزال الدراسة العلمية للزلازل والهزات الأرضية الأخرى.
<b>shale</b>	طَفلة صخر رسوبي يتكون من رقائق من الطين المتصلب والصلصال والغرين.
<b>shield</b>	دِرْع منطقة مترامية من صخور ما قبل الكامري المنكشفة.
<b>shield cone</b>	مخروط درعى انظر : بركان درعى <i>shield volcano</i> .
<b>shield volcano</b>	بركان درعى بركان يتكون من اللابة بصفة مطلقة، ويعرف أيضا باسم مخروط درعى أو قبة اللابة أو درع بركانى.
<b>silica</b>	سليكا ثانى أكسيد السليكون ( $\text{SiO}_2$ )
<b>siliceous</b>	سيليسى وصف لما يحتوى على السليكا أو ينتمى إليها.
<b>silification</b>	سيلسة عملية الاتحاد مع السليكا أو الاختلاط بها.
<b>silicified</b>	مُتَسِيلِس وصف لما يحتوى على كميات كبيرة من الكوارتز أو السليكا، أو حدثت له عملية إحلال بالسليكا.
<b>sill</b>	سد أفقى صهارة متصلة تدخلت بين طبقات الصخور الرسوبية.

<i>silt</i>	غرين راسب طيني دقيق التحبب يتكون من جسيمات حجم الحبيبة منها ١/١٦ إلى ١/٢٥٦ مم.
<i>Silurian</i>	سيلورى ثالث أقدم أدوار حقبة الحياة القديمة وهو أقدم من الديفونى وأحدث من الأردوفيشى.
<i>sink</i>	بالوعة انظر : فجوة بالوعية <i>sink - hole</i> .
<i>sink-hole</i>	فجوة بالوعية منخفض على سطح الأرض ينشأ عن ظاهرة الانهيار الناتج عن ذوبان الصخور السفلية؛ ويعرف أيضا باسم "بالوعة" <i>sink</i> .
<i>slate</i>	أزدوار صخر متحول دقيق التحبب شديد الدموج، يفصل بسهولة إلى رقائق وهو ناتج عن تحول الطفلة.
<i>slickensides</i>	مضاقل أسطح صخرية مصقولة تتكون من انزلاق كتلتين صخريتين الواحدة على الأخرى بفعل عمليات التصدع.
<i>slump</i>	تدهور انزلاق صغير نسبيا يحدث في كتل الصخور أو التربة ويكون اتجاهه إلى أسفل.
<i>smelting</i>	تنقية بالصهر عملية يتم فيها اختزال الخام المعدنى إلى فلز.
<i>snow line</i>	خط الثلج المستوى الذى يوجد الثلج أعلاه طول العام.
<i>soil</i>	تربة صخر متكسر ومتحلل به مواد عضوية مضمحلة.
<i>solar system</i>	نظام الشمسى الشمس والأجرام السماوية التى تدور حولها.

<b>solifuction</b>	انثيال التربة حركة بطيئة لكتلة من التربة، وهى خاصية مميزة للمناطق القطبية الشمالية والشيبة بالقطبية.
<b>solitary</b>	منفرد وصف لكائن حي ليس فردا فى مستعمرة، بل يعيش بمفرده.
<b>species</b>	نوع أحد الأقسام الصغيرة الطبيعية فى التصنيفات الحيوية.
<b>specific gravity</b>	وزن نوعى وزن المادة مقسوما على وزن حجم مساو لها من الماء، وتسمى أيضا الكثافة النسبية، ودرجة الحرارة القياسية المستعملة لقياس الوزن النوعى هى درجات مئوية.
<b>specific name</b>	اسم نوعى الاسم الذى يطلق على النوع <i>species</i> . ويكون هو الاسم الثانى الذى تسمى به الحفريه مثل <i>sapiens</i> فى <i>Homo sapiens</i> .
<b>spheroidal</b>	كروانى شبيه بشكل الكرة (كرة مشوهة).
<b>spit</b>	قضيبي رفيع (لسان) قضيبي رملي يشبه الإصبع ويمتد فى المياه خارجا من الشاطئ.
<b>spring</b>	ينبوع مكان يصل فيه الماء الأرضى إلى السطح خلال فتحات طبيعية.
<b>stack, sea</b>	قائم بحرى عمود صخرى منعزل، وجوانبه شديدة الانحدار نتيجة لتحات الأمواج لخط الشاطئ.
<b>stalactite</b>	ستلاكتيت (هابط) راسب يتدلى من أسقف الكهوف ويتكون نتيجة لتبخر المحاليل فتبدو كدلايات من السقف.

<b>stalagmite</b>	ستالاجمايت راسب يتكون نتيجة لتبخر المحاليل على أرضيات الكهوف فيبدو كأنه صاعد من الأرضية.
<b>star</b>	نجم كتلة هائلة من الغازات المتوهجة الملتهبة في السماء، مثل الشمس.
<b>stock</b>	ستوك جسم من الصخور النارية، يضي الشكل أو دائري يزداد حجمه مع زيادة العمق، وأرضيته غير معلومة ومساحة سطحه المنكشفة أقل من الميل المربع.
<b>stoping</b>	اجتياح إحدى العمليات التي يتم بواسطتها تدخل الصخور النارية في صخر إقليمي، حيث تتحرك الصهارة إلى أعلى وتتكسر أجزاء من الصخر الإقليمي وتسقط في الصهارة حيث تندمج مع الكتلة المنصهرة.
<b>Stratification</b>	طباقية وجود الصخور في شكل طبقات في الصخور الرسوبية.
<b>Stratigraphy</b>	إستراتجرافيا فرع من الجيولوجيا يختص بتعرف وتفسير الصخور وبخاصة لبيولوجيتها، وتتابعها وتوزيعها وكذلك مضاهاتها.
<b>stratovolcano</b>	بركان طباقى انظر : مخروط مركب <i>Composite cone</i> .
<b>stratum</b>	طبقة طبقة مفردة أو سطحية من الصخور الرسوبية.
<b>striation</b>	تمحز خطوط دقيقة متوازية بينها مسافات ضيقة للغاية.
<b>structural geology</b>	جيولوجيا بنائية فرع من الجيولوجيا يختص بدراسة بنيات الأرض (الصخور وعلاقتها بعضها ببعض).

<b>Structure</b>	<b>بنية</b> ظاهرة فيزيقية للصخور، مثل التمثصل والتطببق والطى والتشقق وغيرها.
<b>subglacial stream</b>	نهر تحت جليدى نهر يسرى فى نفق تحت مثلجة.
<b>sublimation</b>	تسامى عملية تتغير فيها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة، ثم ترجع مرة أخرى إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة.
<b>subsidence</b>	هبوط هبوط القشرة الأرضية إلى أسفل.
<b>Sun</b>	الشمس أحد نجوم المجرة ويبلغ قطرها ٨٦٥ ألف ميل . وتعد الشمس مركز النظام الشمسى الذى يضم كوكب الأرض والكواكب الأخرى التى تكون المجموعة الشمسية.
<b>superposition law</b>	قانون تعاقب الطبقات قانون ينص على أنه فى أى تتابع صخرى لم يتعرض للاضطراب، تكون الطبقات الأحدث فوق الطبقات الأقدم منها.
<b>suspension</b>	مُعلَّق الحالة التى تكون فيها حمولة النهر مُعلَّقة فى الماء، بين القاع والسطح.
<b>symmetrical fold</b>	طية متماثلة طية يكون المستوى المحورى فيها رأسيا، ويكون الميل فى كل طرف من طرفى الطية متساويا.
<b>symmetry of fold</b>	تماثل طية التكرار المعكوس لأجزاء الطية بالنسبة لمحورها.
<b>syncline</b>	طية مقعرة (قَعيرة) طية مقعرة لأسفل فى الصخور الطباقية.

<b>system</b>	نظام في الاستراتيجرافيا: الصخور التي تكونت خلال فترة معينة، وفي الاصطلاح الزمني الاستراتيجرافي : الثاني في المرتبة فوق النسق <i>series</i> وفي علم المعادن : أحد سبعة أقسام تنقسم إليها البلورات على أساس التماثل.
<b>-T-</b>	
<b>tabular</b>	نُضْدِيّ جسم له سطح كبير مسطح ورقيق نسبيا.
<b>talus</b>	كعب (نالوس) كتلة من الرخام الصخر تتجمع عند سافلة تل شديد الانحدار أو جراف.
<b>tarn</b>	بحيرة جبلية بحيرة جبلية صغيرة تكونت في دائرة بعد إزالة جليد الثلجة.
<b>tarnish</b>	فقدان اللمعان تغير في درجة لمعان السطح في المعادن الفلزية.
<b>taxonomy</b>	تصنيف فرع من العلم يختص بالتقسيم، وبخاصة في النبات والحيوان.
<b>tectonic earthquake</b>	زلازل تكتونية زلازل ينشأ من حركة قشرية تكتونية مثل التصدع.
<b>tectonic movement</b>	حركة تكتونية حركة تنشأ من تحرف القشرة الأرضية.
<b>tenacity</b>	تماسك مقاومة المعادن ضد الكسر، وتوصف المعادن بأنها إما أن تكون قابلة للطرق، أو قابلة للسحب، أو قابلة للقطع، أو قصيفة.
<b>terminal moraine</b>	رُكَّامٌ طرفي ركام يتكون عند أبعد نقطة تصل إليها الثلجة، يعرف أيضا باسم نهاية الركام.



<b>Tertiary</b>	الزمن الثالث أقدم مدة زمنية في حقبة الحياة الحديثة وهو أقدم من الزمن الرابع.
<b>test</b>	صدقة الجزء الواقع في بعض الحيوانات اللاقارية.
<b>thrust fault</b>	صدع دسر صدع يكون فيه الحائط المعلق قد تحرك إلى أعلى بالنسبة للحائط السفلي، ويعرف أيضا بالصدع المعكوس.
<b>till</b>	حريث راسب مثلجي، غير متطبق وغير متماسك.
<b>tillite</b>	حريث متصلب راسب مثلجي متطبق ومتماسك.
<b>time-unit</b>	وحدة زمنية جزء من الزمن الجيولوجي المستمر، مثال ذلك الأحقاب والأدوار والعصور والأعمار والأحيان.
<b>time-stratigraphic unit</b>	وحدة زمنية استراتجرافية مصطلح يطلق على الوحدات الصخرية التي لها حدود محددة بزمان جيولوجي؛ طبقات ترسبت خلال أجزاء من الزمن الجيولوجي، مثل ذلك التجمعات <i>erathem</i> ، والنظم <i>systems</i> ، والأنساق <i>series</i> ، والطوابق <i>stages</i> .
<b>tombolo</b>	تومبولو شريط من الأرض ترسب ليصل جزيرة صغيرة بالبر، أو بجزيرة أخرى.
<b>topography</b>	طوبوغرافية الملامح الفيزيائية الموجودة على سطح الأرض وتوزيعها وأشكالها.
<b>Transform fault</b>	صدوع محولة الصدوع التي يتمزق بها أحد الألواح التكتونية على امتداد الآخر.

<b>transportation</b>	نقل العملية التي تُحمَل فيها المواد الصخرية وتنقل من مكان لآخر.
<b>trap-rock</b>	صخر مصيدة مصطلح عام يطلق على أنواع معينة من الصخور النارية الدكناء مثل الديابيز والبازلت. ويسمى مثل هذا النوع من الصخور مصيدة.
<b>travertine</b>	ترافرتين ضرب من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يترسب من المياه الأرضية أو السطحية. وتتكون بعض التكاوين تحت أرضية مثلا الإستلاكتيت والإستلاجميت من الترافتين، وتوجد مثل هذه الرواسب أيضا حول مخارج بعض الينابيع المائية، ويعرف الترافرتين أيضا باسم الطوفا <i>tufa</i> .
<b>trenches</b>	خنادق مخاسف عميقة في أرضية المحيط شكلها مثل حرف V، حيث يغوص أحد الألواح التكتونية تحت لوح آخر.
<b>triassic</b>	ترياسي أقدم أدوار حقبة الحياة المتوسطة، وهو يأتي بعد الدور البرمي، آخر أدوار حقبة الحياة القديمة ويسبق الدور الجوراسي في حقبة الحياة المتوسطة.
<b>tsunami</b>	تسونامي موجة بحرية سيزمية عملاقة تنشأ من زلزال تحت بحري أو أية اضطرابات على أرضية البحر، وتسمى أيضا موجة المد <i>tidal wave</i> .
<b>tufa</b>	توفا (طوفا) رواسب جيرية مسامية تتجمع حول الينابيع، وتسمى التوفا الجيرية أحيانا باسم الترافرتين.
<b>turbidity currents</b>	تيارات تعكير تيارات قوية تنتج من انزلاق الطين إلى أسفل المنحدرات القارية في المحيط.

<i>type locality</i>	منطقة طرازية الموقع الجغرافي الذي وصف منه التكوين لأول مرة، أو الذي أتت منه العينة الطرازية لنوع حفري ما، ويستمد التكوين اسمه من الاسم الجغرافي لهذا الموقع.
-U-	
<i>unconformity</i>	لا توافق انقطاع في الترسيب نتيجة لعمليات التحات، أى مكان في القشرة الأرضية حدثت فيه عمليات تحات للأساس الصخري وترسبت فوقه صخور رسوبية أحدث، ومن أنواع اللاتوافق:
<i>angular unconformity</i>	لا توافق زاوى نوع من أنواع عدم التوافق حيث حدث تحرف للطبقات الموجودة تحت طبقات اللاتوافق وذلك قبل ترسيب الطبقات التي تعلوها.
<i>nonconformity</i>	لا توافق غير متجانس نوع من اللاتوافق يتكون من ترسيب صخور رسوبية فوق صخور من أصل نارى.
<i>para conformity</i>	شبه توافق نوع من اللاتوافق يتميز بـ سطح التماس بين الطبقات المتوازية يكون مستويا.
<i>underground water</i>	مياه تحت أرضية انظر: مياه أرضية <i>ground water</i> .
<i>unicellular</i>	وحيد الخلية كائن حي يتكون من خلية واحدة.
<i>uniformitarianism</i>	الإطراذية (نظرية الوتيرة الواحدة) المبدأ القائل بأن الحاضر هو مفتاح الماضي، ويفسر ذلك بأن أفضل طريقة لاستنتاج الماضي الجيولوجى هي تفهم الحاضر الجيولوجى.
<i>unstratified rocks</i>	صخور غير متطبقة صخور ليست متطبقة وليست على هيئة سطائح.

-V-	
<b>valley, glacier</b>	وادي مثلجي انظر : مثلجة ألبية <i>Alpine glacier</i> .
<b>valley, train</b>	وادي متسلسل سهل فيضان ذو انحدار لطيف يتكون من رواسب توضع من المياه التي تنساب من تقذف من البركان خلال ثورانه عند قدم الوادي الثلجي.
<b>vesicular rock</b>	صخر فقاعي صخر يتميز بوجود فراغات عديدة صغيرة تنشأ نتيجة لتمددات الغازات.
<b>vestigial structure</b>	بنية لا وظيفية بنية تقلص حجمها وأصبحت بلا وظيفة لها خلال التغير التطوري.
<b>vitreous</b>	زجاجي صفة لما ينسب إلى الزجاج.
<b>volcanic ash</b>	رماد بركاني الجسيمات الصخرية الدقيقة التي تنتشر خلال ثوران البركان.
<b>volcanic block</b>	كتلة بركانية كسرة صخرية صلبة حادة الزوايا.
<b>volcanic bomb</b>	قنبلة بركانية كتلة من الصهارة التي بردت ولها شكل يشبه الدموع تقذف أثناء ثوران البركان.
<b>volcanic glass</b>	زجاج بركاني صخر عديم التبلور تكون نتيجة التبريد السريع للأفا.
<b>volcanic neck</b>	عنق بركاني مواد صخرية متصلبة تكونت عن برودة الصهير وتصلبه في القنطرة المركزية للبركان.

<b>volcanic shield</b>	دِزَع بَرَكَانِي انظر: بُرْكَان درعى <i>shield volcano</i> .
<b>volcanism</b>	بَرْكَنة التأثيرات التي تحدثها الصخور المنصهرة والبراكين أو النشاط البركاني.
<b>volcano</b>	بركان فتحة في صخور القشرة الأرضية تخرج منها المواد البركانية، كذلك يطلق هذا الاسم على شكل الأرض المتكون نتيجة لتراكم المواد البركانية حول قبة البركان.
<b>volcanoes, andesitic</b>	براكين أنديزيتية براكين متفجرة توجد على الجوانب القارية للخنادق <i>trenches</i> بصفة أساسية، وتتكون من الماء والمواد المتطايرة التي تتفجر من البراكين نتيجة للتغيرات التي تعثرها عند الأطراف الهابطة من القشرة المحيطة.
<b>volcanoes, basaltic</b>	براكين بازلتية براكين هادئة توجد بصفة أساسية على امتداد حيود وسط المحيط عن أماكن تيارات الحمل الصاعدة في الوشاح الصخري.
<b>volcanism</b>	بركة انظر: بركة <i>volcanism</i> .
-W-	
<b>water gap</b>	فجوة مائية وَادٍ أو مَرٌّ في حيد جبل ينساب فيه نهر.
<b>water table</b>	منسوب الماء السطح الذي تكون فيه فراغات الصخور الموجودة أسفله مشبعة بالماء.
<b>weathering</b>	تجوية التكسير والتفكك الفيزيقي والكيميائي للصخور تحت الظروف الجوية العادية.

<i>wind gap</i>	فجوة ريحية فجوة مائية هجرها النهر الذي كان يجري فيها.
-Z-	
<i>zoic</i>	زُوى لاحقة معناها حياة (من أصل إغريقي <i>life= Zoe</i> ).



**المؤلف في سطور:**

**بيتر وستبروك**

يعمل أستاذًا في جامعة ليدن، وهو عضو الأكاديمية الملكية للعلوم في هولندا، وكذلك أستاذ الدراسات الأوروبية في الكلية الفرنسية. وأيضًا يعمل في مجال الدراسات الجيوفسيولوجية.



المترجم فى سطور:

أ. د. حافظ شمس الدين عبد الوهاب

أستاذ الجيولوجيا فى كلية العلوم جامعة عين شمس، زميل جامعة بنسلفانيا وأمريكا، عضو مجمع اللغة العربية، وعضو المجمع العلمى المصرى، وعضو المجالس القومية المتخصصة، وعضو اتحاد كتاب مصر، وهو حائز على جائزة الدولة فى تبسيط العلوم.

تخرج فى كلية العلوم وحصل على درجة البكالوريوس فى الكيمياء والجيولوجيا بمرتبة الشرف، كذلك حصل على درجة الماجستير فى العلوم تخصص جيولوجيا، ودكتوراه الفلسفة فى جيولوجيا الصخور والمعادن، ودراسات عليا ودبلوم فى الجيولوجيا المتقدمة فى الكلية الملكية للعلوم والطب والتكنولوجيا - جامعة لندن - إنجلترا، ثم حصل على درجة الزمالة فى كلية دراسات البيئة - جامعة بنسلفانيا - الولايات المتحدة الأمريكية.

وقام بالتدقيق العلمى والمراجعة اللغوية من اللغة الفرنسية إلى اللغة العربية لخمسة أجزاء كبيرة من موسوعة وصف مصر التى ألفها علماء الحملة الفرنسية ونشرتها الهيئة المصرية العامة للكتاب. وأيضًا قام (منفردًا) بترجمة مرجع عالمى فى علم الجيولوجيا أصدرته أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا بمصر. وقام (منفردًا) بإعداد وصياغة معجم مصطلحات فى علم المعادن باللغات العربية والإنجليزية والفرنسية أصدره مركز تنسيق التعريب بالرباط التابع لجامعة الدول العربية، إضافة إلى أنه قام بتأليف وترجمة العديد من الكتب العلمية التى تختص بالجيولوجيا العامة وكذلك الكتب العلمية الموسوعية التى تختص بالبراكين والزلازل والتسونامى. وأيضًا تأليف الكتب الثقافية العامة عن موضوعات التفكير العلمى وصناعة المعرفة وواقع ومستقبل الشباب وتنمية القدرات والصناعات الإبداعية فى مصر، وكتب فى تحقيق وتوثيق التراث الثقافى المادى واللامادى فى مصر.

التصحيح اللغوي: محمود فتحي  
الإشراف الفني: حسن كامل

